Wykład w Krakowie

22/III 1901

„O teoryach elektryczności"

Szereg wykładów o elektr., z których 11 poprzednich poświęconych było fizyce doświadczalnej tego przedmiotu, mamy zakończyć dzisiaj pogadankę z zakresu fizyki teoretycznej. Jaki jest właściwie cel, na czem polegają takie teoretyczne rozważania? Może to objaśni częściowo przykład z innej gałęzi przyrodoznawstwa: Wyobraźmy sobie że ktoś zakłada muzeum ~~gabinet~~ historyi naturalnej ~~ale~~ dajmy na to specyalnie: gabinet mineralogiczny. Przedewszystkiem musi się starać zebrać dostateczną ilość okazów, minerałów, ~~[illegible]~~ musi zbierać ~~ee~~ materyały — tak samo jak fizyk musi zbierać materyały doświadczalne w sposób empiryczny, eksperymentalny. Ale czy to już będzie stanowiło zbiór minerałów? Nie — teraz musi dopiero sortować, okazy ~~oznaczać ok~~ oznaczać je, odrzucić niepotrzebne, wreszcie układać je — i to nie na ślepo, przypadkowo, lecz według pewnego systemu; ~~[illegible]~~ aby to był system logiczny, rozsądny, musi porządkować materyały według podobieństwa, analogii w składzie chemicznym, lub formy zewnętrznej. Tak np. łączyć je w klasy, rudy, krzemiany, sole etc. —

Dopóki wszystko nie będzie uporządkowane tym sposobem nie będziemy mieli zbioru mineralogicznego — lecz kupę kamieni.

~~[illegible]~~ Teoretyk Doświadczenia co do elektryczności, co prawda, nie można porównać z kupą kamieni — bo nie przedstawiały one chaos bez ładu, tylko z góry już według pewnego systematycznego planu były ułożone, właśnie bo ~~[illegible]~~ główne zasady fizyki teoretycznej tam już były uwzględnione.

Ale zawsze jeszcze należy nam wysnuć z całego tego materyału główne

Żądając przy tem tylko że nie ~~wolno~~ przemawiając nie używać tego języka którego ~~się~~ uczeni używają

w fizyce — t. j. języka matematycznego — bo przy tłomaczeniu

najważniejsze rysy, ~~podstawy~~ podstawowe prawa, na których reszta spoczywa (wyrazem naturalnie często przez nas [illegible]), i będziemy się starać ująć je w systematyczną całość, znaleźć związek wewnętrzny między niemi — to jest określić to co nazywamy teorją przedmiotu. wykombinować maszyny, mechanizm etc.

Jeszcze nie wykończyliśmy całkowicie uporządkowania jednolitego naszego zbioru — nie posiadamy jeszcze teorji obejmującej wszystkie zjawiska elektryczne — nasze teorje ograniczają się do pewnych ~~grup~~ sposobów poglądu, obejmują pewne grupy zjawisk.

~~Najpierw~~ Główny podział jest dany przez sam rozkład odczytów.

Państwo zauważyli, że w pierwszych 5 odczytach ~~odnosiły się do~~ była mowa o siłach elektrycznych, [illegible] magnetycznych, o motorach, dynamo, jednem słowem o wytwarzaniu ~~przetwarzaniu się~~ energii elektromagnetycznej z energii mechanicznej

~~W~~ podczas 6 następnych odczytów było poświęconych: ~~elektrolizie~~ zjawiskom ~~elektrolitycznym~~ elektrolizie ~~elektrochemicznym~~ i elektro-fizjologicznym — które przecież także ~~el~~ należą do elektrochemii, ponieważ przecież nie ulega wątpliwości że wpływ elektryczności na ciało ludzkie polega na zjawiskach chemicznych przez nią spowodowanych, więc wspólną cechą ~~tych~~ przedmiotów ~~naszych~~ tworzy: przemiana energii elektr. w chemiczną i na odwrót. ~~Tych~~ ~~Nie wyczerpuje to przedmiotu~~

Tego ~~pod~~ podziału i w naszych rozważaniach trzymać się będziemy.

W technice teraźniejszej zjawiska pierwszego rodzaju w każdym razie przeważną rolę odgrywają. Największa część energii elektr. zostaje wytworzona z energii mechanicznej (energii wodospadów, machin parowych, gazowych etc.) ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ za pośrednictwem zjawisk ~~sił~~ magnetycznych t.j. (używając machin dynamo. Zasada tychże poł.

A są to ilości energii wprost kolosalne. ~~[illegible]~~ Podczas przeszłorocznej wystawy w Paryżu n.p. w samym obrębie wystawy zużywano ~~[illegible]~~ 40.000 HP. Człowiek silny pracując przerwanie [?] w warunkach najkorzystniejszych, wykonywa pracę $\frac{1}{8}$ HP zatem do wytworzenia tamtej energii potrzebaby 320.000 silnie pracujących ludzi — a rachując 8 godzin czasu pracy dojdziemy do cyfry 1000000. A zważając na ~~[illegible]~~ stosunkową ilość mężczyzn, kobiet, dzieci, starców można powiedzieć że cała 3 milionowa ludność Paryża musiałaby ciężko przerwanie [?] pracować aby dostarczyć tamtej energii wyprodukowanej w samej wystawie.

A co się działo z tą energią? W głównej części została zużyta do oświetlenia zatem ~~[illegible]~~ przemieniała się bezpośrednio w ciepło — ogrzewając druciki węgla w lampkach żarowych do czerwoności lub węgle w lampach łukowych do białego żaru, przez to że prąd elektryczny tą drogą przesyłano. Wnet przypominam że ~~[illegible]~~ jest to jest właściwością fundamentalną prądu elektr. że ogrzewa ...

1 Volt = 200 $^{\text{+}}V_0$

v^2 v^{-1}

em =	cm	vm
1es =	cs	vs

$e_m = 10^{11} E_m$

$e_m = v \cdot e_s$

$e_s = \frac{E_m}{3.10^9}$

~~$\frac{e_m}{e_s} = 3.10^9 . 300 = 10^{12}$ 600 . 10^{-6} 6000 . 10^8 = 10^{12}~~

6.10^8

10^4

$6 = 10^{12}$ es

$600 . 10^{-6} . 7 . 10^3 . 300$

$= 4$ ~~400~~

1200

$\frac{10^4}{10^{12}} = \frac{1}{100}$ Schwp.

$\frac{7000}{100} . 10^{-6}$

$= 7 . 10^{-5}$ Coul.

$e = 20 . 10^4$ es

$= 2 . 10^5$ es

$e = cs . vs$ = 3.10^{10} vm Coul

$= 10^4 . 7 . 10^3 . 300$

$= 2.10^{10}$ es

$E_m = \frac{2.10^{10}}{3.10^9} = 7$ Coulomb

Zwykle, gdy poznajemy jakieś nowe zjawisko lub jeśli staramy się je zrozumieć, wytłumaczyć

(umysł człowieka sobie) jest skłonny do materyalizacyi — więc na naturę, itd.
naturę) bo stara się tłumaczyć w najprostszy sposób, posługując się no pojęciami najlepiej znanemi, najgrubszymi — zjawisk które spostrzegł

Tak teraz Rychnowski, nie mogąc sobie wytłumaczyć różnych ~~eksperymentów~~

przy swoich eksperymentach, twierdzi że ~~został~~ odkrył nowe fluidum

~~Tak samo ogół~~ ludzi ~~[illegible]~~ ~~tę duszę, której obecność lub nieobecność~~

Tak samo życie i śmierć jestestw ~~organicznych~~ przypisujemy obecności lub

nieobecności duszy i ogół ~~wyobraża~~ wystawia sobie pod nazwą duszy jakiś płyn jakiś

gaz — w rodzaju natury powietrza, który się ulatnia przy śmierci. Tak samo dawniej

ciepło wystawiano sobie jako fluidum, ~~[illegible]~~ n. p. zjawisko że przy ściśnieniu

powietrza występuje ciepło ~~[illegible]~~ tłumaczono sobie tak że ten płyn, to ciepło

występuje na wierzch jak woda, gdy mokrą gąbkę ściskamy. Dopiero gdy Rumford

wskazał że wytwarzając pracę mechaniczną ciało dowolnie można ogrzać, że dowolne,

nieskończone ilości ciepła możnaby wytworzyć, porzucono to pojęcie, bo przecież ilość

takiego płynu musiałaby się wyczerpać — i przekonano się do innej hypotezy:

że ciepło polegające jest rodzajem ruchu, jest energią kinetyczną ruchu drobnych cząsteczek

ciał — więc pojęcie już wiele więcej abstrakcyjne, które wymaga pewnej znajomości

zjawisk mechanicznych.

Tak tutaj przyjęto istnienie jakichś płynów elektrycznych — dwojakiego rodzaju

dodatniego i ujemnego. Ale dziwne własciwości trzeba im było przypisać.
Podczas gdy nasze płyny ciekłe wszystkie mają masę, ciężar, posiadają właściwości przyczyny, nieprzenikliwości itd.
Musiałyby to być płyny bez masy, nieważkie, przenikające ciała przewodzące,

i wzajemnie się ~~niszczące neutralizujące~~ przenikające — ~~podczas gdy~~ tak że z pojęcia płyn

właściwie już nie wiele zostało jak samo słowo — ale to jeszcze nic nie

A po części znów odwrotnie zostaje przemieniona w pracę mechaniczną, ~~t~~ tym sposobem że prąd przesyłano znów przez motory które dalej same maszyny ~~w ruch wprawiać~~ poruszały.

Zasady tych przemian

To wszystko polega zatem na związku zjawisk elektrycznych i magnetycznych – na siłach magnetycznych wywieranych przez prądy elektr.

Istnieją jeszcze inne sposoby tworzenia energii elektr. z pracy mechanicznej t.j. mianowicie te jakie znane nam są ~~za pomocą sił elektr. znanych nam~~ z elektrostatyki, ~~tko~~ ~~t.j.~~ n.p. zapomocą tarcia kawałka laku – maszyna elektr. maszyna influencyjna

W technice ~~praktyce~~ ten ~~sposób~~ sposób jako bardzo nieekonomiczny wcale nie zostaje używany. Mimo to jednak te ~~siły~~ zjawiska elektrostatyczne doświadcz. mają znaczenie dla nauki bo były to pierwsze objawy elektr. bliżej zbadane i dla tego wielkie (nauka elektryczn. rozpoczynają się) znaczenie nabrały ~~dla~~ całego rozwoju teoryi elektr. – i teraz też zwykle jeszcze ~~od przyciągania~~ wychodzące z tych zjawisk ~~te~~ przyciągania i odpychania ciał naelektryzowanych ~~itd~~. Zdaje mi się że ~~p~~ te zjawiska tak są znane że niepotrzebuję ich tu szczegółowo omawiać.

~~Siły te powstające porównywano z ... elektryczn ... – która~~
~~Wiadomo że~~ ~~Obecnie badania~~ ~~Tak powstała teorya klasyczna~~ ~~dwóch fluidów płynów elektrycznych~~

Siły te powstające znane od dawna dawno – wszak nawo- porównywano z działaniem innych sił przyciągających mianowicie z ogólną grawitacyą i ~~o sposób~~ znaleziono zupełną analogię w prawie działania w prawie Newtona.

Tak powstała klasyczna teorya fluidów, płynów elektrycznych

znaczy często jesteśmy zadowoleni ~~powiadając~~ znalazłszy jakieś słowo – jeśli także nie wiemy co sobie przy tem myśleć mamy! Ale teraz fundamentalne właściwości: że te płyny miały się odpychać według prawa Newtona $\frac{ee'}{r^2}$ i to bez pośrednictwa jakiegoś środka, wogóle bez względu na inne ciała między niemi się znajdujące.

Jest to trochę dziwne prawo, ale ~~pod~~ z ~~jego~~ przyjęciem doświadczenia świetnie się zgadzały – a co do samej jego treści powoływano się na zjawiska grawitacyi, które w podobny sposób tłumaczono.

Franklin, słynny wynalazca piorunochronu i bohater amerykańskiej walki o niepodległość, wskazał jeszcze, że można tę teoryę trochę uprościć przyjmując istnienie tylko jednego fluidum – albo raczej identyfikując drugie fluidum zwykłą naszą materyalną ciał.

Z drugiej strony jednak inne zostały komplikacye.

Przedewszystkiem mamy jeszcze inny rodzaj zjawisk, przyciągania i odpychania, zjawiska magnetyczne, które następują według praw zupełnie analogicznych.

Więc trzeba było przyjąć istnienie jeszcze dwuch płynów magnetycznych: północnego (dodatniego) i południowego (ujemnego), działających tak samo: $\frac{mm'}{r^2}$.

A jak teraz tłumaczyć istnienie prądów elektrycznych i siły działającej na przewodniki w polu magnetycznem?

Wszak wiemy, przypominam to z pierwszego odczytu, że ~~[illegible]~~ drut przez który prąd przepływa, gdy znajduje się w polu magnetycznem, stara się poruszać

8

tak aby przecinać linie siły pola magnetycznego — ~~na tem polega~~

tę własność ~~używamy~~ używamy do ~~w~~ tworzenia siły mechanicznej

zużywając prąd elektr.} więc do konstrukcyi motorów elektr.

Z drugiej strony wiemy, że prąd elektr. sam tworzy pole magnetyczne

koło siebie że linie siły mają kształt obręczy naokoło przewodnika.

Jeśli teraz dwa przewodniki zbliżymy, to każdy znajduje się w polu

magnetycznem utworzonym przez drugi przewodnik, zatem musi powstać siła

mechaniczna następuje przyciąganie. ~~i to według praw~~

Jak to sobie wytłomaczyć według starej teoryi? Wszak w ogniwie galwanicznem

więc tworzą się równe ilości elektr. + i elektr. —, i one więc w przeciwnych

kierunkach przez drut przepływają; więc pojedyncze części równe musiałyby

wykonywać odpychania jak przyciągania — zatem ~~ok~~ musiałyby one się

znieść wzajemnie, skutek musiałby być zero — podczas gdy w rzeczywistości mamy.

Więc jeśli chcemy objąć także te zjawiska to trzeba odrzucić tamtą

hipotezę, ~~trzeba~~ trzeba przyjąć ~~tak zw.~~ hipotezę że elektr. w stanie ruchu inaczej się wykonywuje aniżeli w stanie spoczynku. z bliższem badaniem prawo wypowiedziane przez niemieckiego

uczonego Webera : $\frac{ee'}{r^2}\left[1-\frac{v^2}{a^2}+\frac{2r}{a^2}v\right]$

To znaczy że siła, którą dwie cząstki elektr. na siebie wywierają, zależy

nie tylko od ich odległości, ale także jeszcze od ruchu, który one wykonywują,

że będzie mniejsza jeśli się oddalają z prędkością v etc.

Jeśli system jest nieruchomy, to prędkość i przyspieszenie = 0, więc

dawniejsze wyrażenie. Jeśli jednak

Rachunek — bardzo skomplikowany — pokazuje że istotnie z tego prawa można obliczyć takie siły, jakie doświadczalnie mierzymy (i że nawet takie zjawiska indukcyjne z niego można wyprowadzić). Więc cieszono się w Niemczech, uważano zjawiska elektr. ostatecznie wytłumaczone, przyjęciem tamtych fluidów i sił między niemi działających według tego prawa.

Tymczasem w Anglii przygotowywała się rewolucya. Fizycy angielscy Faraday i Maxwell zupełnie ~~[illegible]~~ inne rozwijali myśli. Faraday był typem self-made mana prostego pochodzenia, syn kowala, pracował dłuższy czas jako czeladnik introligatora co mu dostarczało sposobności do czytania książek — i ~~taki~~ zaczem sam oczytany o siłach dzięki niepospolitym zdolnościom, wybił się na pierwszorzędnego fizyka. Jemu tamte teorye nigdy do gustu nie przypadały, po części może dla tego bo nie znając matematyki nie mógł się zapoznać z niemi gruntownie, i zatem okiem wolnym od przesądów na całą rzecz się zapatrywał. Maxwell znów — jeden z najwybitniejszych ~~fizyków~~ uczonych przeszłego stulecia i znakomity matematyk myśli podane przez Faraday'a dalej rozwinął i matematycznie ~~pogłębił~~ uzasadniał.

Faraday mówił sobie: ~~[illegible]~~ dlaczego wciąż o elektrycznych fluidach rozprawiamy? Wszak elektr. nie widzi się, nie czuje się — jedynie doświadczalnie może poznać siły elektromagnetyczne, więc starajmy się zjawiska opisać za pomocą pojęcia tych sił. Dawniejsze teorye ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ przyjmują istnienie sił działających na odległość, ~~bez~~ pośrednictwa pomocy jakiegoś ośrodka, co jest było rzeczą dla nas zupełnie niezrozumiałą. W prawie Coulomba albo Webera trzeba n.p. wstawić wartość ~~odleg~~ odległości od innych części elektr. Na każdą cząsteczkę elektr. oddziaływują wszystkie inne ładunki wszechświata i ona znów na powrót oddziaływuje. A żeby taka cząsteczka wiedziała z jaką siłą

10

ona ma przyciągać inne masy, musi ona wiedzieć w jakiej odległości one się w każdej chwili znajdują – ona musiałaby być w pewnym sensie .. wszechwiedzącą.

To wszystko ~~jest~~ byłoby bardzo dziwnem i niezrozumiałem. Zatem Faraday wygłosił hipotezę, że siły te mogą się rozchodzić tylko za pomocą ośrodka, eteru wszystko przenikającego, w podobny sposób jak ciśnienie w zwykłych ciałach sztywnych i elastycznych. ~~Siły~~, napięcie w każdej części zależą tylko od stanu fizycznego tej części eteru; ~~a na odległość rozchodzą się~~ każda część oddziaływa na przyległą warstwę, ta znów na dalszą itd. i tym sposobem siły rozchodzą się na odległość, do czego naturalnie siła potrzebuje pewnego czasu, podczas gdy według dawniejszej teoryi miało to następować natychmiastowo.

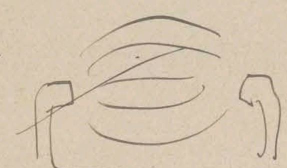
~~Ten ostatni wynik~~ To jest ważna różnica, bo dał się sprawdzić doświadczalnie; ~~istotnie~~ odkrycie fal Hertza przed 10 laty wykazało że istotnie siły potrzebują pewnego czasu aby się rozchodzić w przestrzeni – że zatem dawniejsza teorya ~~była~~ jest niewystarczająca, fałszywa. A prędkość z którą się rozchodzą ~~jest~~ w próżni albo w powietrzu jest równa prędkości światła.

Także co do grawitacyi panuje teraz, nawiasem mówiąc, mniemanie że przyciąganie ogólne słońca, planet itd. jest spowodowane działaniem ośrodka, eteru, i że także te siły potrzebują czasu aby się rozchodzić w przestrzeni, tylko że nie zdołano jeszcze zmierzyć tej prędkości. ~~[illegible]~~ Sprzeczne są dotyczące zdania różnych astronomów ale zdaje się że prędkość ta musi być jeszcze większa niż prędkość elektro-magnetyczna

Warto bliżej się zastanowić jaki jest sposób działania tych sił.

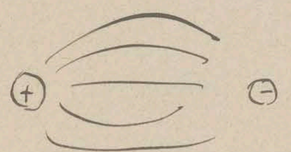
Wyobraźmy sobie n.p. pole ~~magnetyczne~~ elektryczne określone przez system krzywych, t.zw. linij siły ~~magnetycznej~~ elektrycznej wskazujących kierunek / ~~jakie~~ n.p. okazują opiłki żelaza między biegunami to są linie zupełnie takie same jak te które

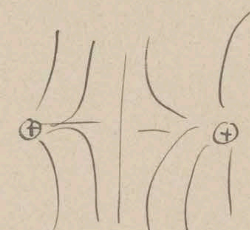
magnes



tylko że w elektrostatyce nie mamy tak prostego sposobu do okazania takich linij.

A w elektrostatyce





Wtedy następuje przyciąganie

odpychanie

Te linie siły wskazują kierunek naprężenia ośrodka. Maxwell pokazuje za pomocą analizy matematycznej że one starają się kurczyć tak jak powrozy lub naprężone taśmy gumowe a równocześnie rozrastać w szerz. Istotnie wskutek tego w pierwszym przypadku musiałoby nastąpić przyciąganie, a w drugim odpychanie. I pokazuje się że także ilościowy wynik ostateczny zgadza się z prawem $\frac{ee'}{r^2}$ sprawdzającym się w elektrostatyce. Więc ośrodek eter ~~wskutek~~ znajduje się w pewnym stanie naprężenia w kierunku linij siły; one zachowują się podobnie jak ~~taśma~~ kawałki kauczuku rozpiętego albo może jeszcze lepiej jak mięśnie ciała ludzkiego, które przy naprężeniu starają się skracać a równocześnie grubieją.

Rozumiemy teraz także jak n.p. mogą powstać drgania elektryczne.

Jeśli tak zw. wibrator ~~Hertz~~ Hertza połączymy z maszyną elektr. albo z aparatem indukcyjnym, będą przeskakiwały przez niego iskry elektr. Iskra rozbraja konduktory

~~$6600^2 \cdot 3$~~ ~~10^{15}~~

~~$10^8 \cdot 10^6$~~

10^{14} g

~~10^8 kg = 10^5 ctn~~

chwilowo, potem znów napływa elektr., powstaje siła elektr. między nowemi A. zm. właśnie takie naprężenie eteru, ciągnienie w kierunku linij sił a ciśnienie w kierunku prostopadłym. To oddziaływa na ~~..~~ warstwy przyległe, te na dalsze etc. Tymczasem gdy naprężenie doszło do pewnego miejsca już znowu iskra przeskoczyła, nastąpiło rozprężenie, które znów w ten sam sposób dalej będzie się rozchodzić — jak fala na powierzchni wody, albo lepiej jak drgania w masie kauczuku się rozchodzą jeżeli jeden punkt wstrząsamy.

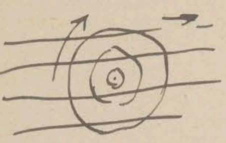
To są drgania Hertzowskie lub jeżeli bardzo szybko następują: światło.

Ciekawy wynik jeszcze można wyprowadzić z tych rozważań: jeżeli te drgania natrafiają na ścianę i naprężenie periodyczne będzie skierowane wzdłuż ściany — a ciśnienie periodyczne prostopadle na ścianę. Takie ~~drgania~~ fale elektryczne — a zatem i światło wywołuje zatem ciśnienie na ściany na które natrafiają. ~~Jest~~ Są to ciśnienia ~~nadzwyczajnie~~ stosunkowo jednak małe np. ~~na taką~~ obliczono ciśnienie światła słon. na 1m²: $0{\cdot}5 \cdot 10^{-3}$ g = $0{\cdot}5$ mg więc nic dziwnego że nie zdołano ich ~~od strony~~ ~~jeszcze~~ ~~dow~~ doświadczalnie wykazać. ~~Myślano~~ Przypuszczono że ruch t. zw. radiometrów ~~tzn~~ temu ciśnieniu światła przypisać należy, ale przekonano się że tam inne wpływy, prądy powietrza ogrzanego i t.d. przeważają. ~~Mimo to jednak~~

Ciśnienie światła słon. na całą ziemię wynosi 500.000 cetnarów — stosunkowo niewiele.

Mimo to jednak bardzo jest rzeczą możliwą, że te ciśnienia w fizyce kosmicznej w rzeczywistości pewną rolę odgrywają mianowicie działając na rzadką, drobno rozdzieloną materyę lub składającą się z drobnych cząstek jak np. ~~..~~ według Lebedewa: komety.

Mówiliśmy dotąd wciąż o siłach elektrostatycznych. Ale zupełnie to samo odnosi się do ~~[illegible]~~ sił magnetycznych. Na jednym przykładzie działanie jeszcze pokażę działanie tych napięć t.j. na przewodnik prądu umieszczony w polu magnetycznem.



W górnej części pole wzmacnia się w dolnej słabnie, zatem siły górnej części będą przeważać



Maxwell jednak jeszcze nie zadowolił się skonstatowaniem że napięcia tego rodzaju istnieją. On pytał się: jak one powstają, czy nie można wymyśleć mechanizm ~~[illegible]~~ tych sił elek- -

~~[illegible]~~ Otóż jak w nauce o cieple ~~[illegible]~~ to uczyniono, tak on i tutaj wprowadził pojęcie mechaniczne, ~~[illegible]~~ supponował istnienie pewnych ruchów w eterze. ~~[illegible]~~ wzdłuż tkw ~~to~~ skurczenie się linij siły ~~[illegible]~~ magnetycznej tłumaczy się jeżeli przyjmujemy ~~to~~ że eter wykonuje ruch wirujący naokoło tych linii siły.

Bo jakiż musiałby być skutek takiego ruchu? Pokażę i się to ~~[illegible]~~

np.. na oparciu

a to samo w występujących wirach cieczy które ściągają przedmioty na wodzie płynące i zatem ze zewnątrz je wyrzucają. Tak ~~[illegible]~~ p. z. pole magnetyczne w otoczeniu drutu przewodzącego prąd musimy sobie wystawić utworzone przez wiry w kształcie

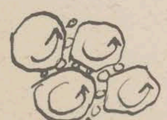
Zauważono że ogony komet zawsze od słońca są odwrócone co właśnie według zdania Lebedeffa i innych spowodowane jest przez odpychanie, ciśnienie światła słonecznego.

---

obręczy, ~~tak jak~~ podobne do kółka dymu, które niektórzy, palący tytoń, tak zręcznie tworzyć umieją. --

~~Pewna trudność~~ Jak jednak mamy sobie to wyobrazić że te wiry, które obok siebie leżą, sobie wzajemnie nie przeszkadzają, że ~~owe~~ ich ruch jest w spólnym związku?

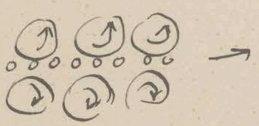
Aby to tłomaczyć Maxwell oprócz wirujących cząsteczek eteru przyjmuje jeszcze drobne cząstki, kulki między niemi umieszczone, które ruch obrotowy części eteru, ~~itd~~ t.j. wszystkich komórek [np. ze ścianami gumowemi, napełnionemi cieczą) przenoszą na ~~????~~ sąsiednie komórki:



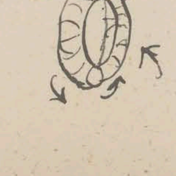
Tak jak kółka złote w zegarku.

Te małe cząsteczki są ~~umocowane~~ stałe w izolatorach, ruchome – jednak ze znacznym oporem, tarciem, w ciałach przewodzących. One nam mogą reprezentować elektryczność

N.p. prąd elektr. według tego polegałby na tem że szereg tych drobnych cząsteczek poruszałby się w jednym kierunku



w skutek tego komórki eteru musiałyby rozpocząć naokoło ruch wirowy taki jak przedtem mówiliśmy



Także zjawiska indukcji i powstania siły elektrostatycznych tłomaczą się tym sposobem — ale na omówienie tych szczegółów już czas nam nie starczy.

Trzeba przyznać że cały ten mechanizm jest dosyć sztuczny i mało ludzi zapewne będzie wierzyć że eter rzeczywiście tak jest skonstruowany. Ale także Maxwell nie twierdził że on znalazł rzeczywistą strukturę eteru — bo różne inne mechanizmy możnaby wymyślić (i zostały one także wymyślone) któreby tak samo działały, więc który z nich będzie rzeczywistym?

Ale ciekawość tych rozważań na tem polega że ~~w ogóle~~ pokazują one iż w ogóle **można** wytłomaczyć zjawiska elektromagnetyczne w sposób mechaniczny, że można wymyślić mechanizm któryby zupełnie takie same siły wywierał, któryby się zupełnie tak samo zachowywał jak rzeczywiste pole elektro~~magnetyczne~~magnetyczne. Więc te zjawiska przestają być dla nas coś ~~dziwnego~~ zagadkowego, elektryczność, piorun, nic nie jest więcej cudownego, dziwnego, bo mając do naszej dyspozycji takie kółka, kółka etc. i dobrego mechanika moglibyśmy naśladować naturę, moglibyśmy to samo działać co ona.

Zresztą użyteczność tych hipotez w tem się okazała, że zapomocą nich Maxwell doszedł ~~do~~ właśnie do ujęcia zjawisk ~~elektr~~ e. m. w matematycznie najprostsze formułki, że udało (dowieść iż z dwuch) ~~mu się wyprowadzić dwa~~ praw zasadniczych, ~~które jako fundament naszej nauki stoją~~, ~~ponieważ z nich~~ — przy pomocy kilku hipotez — ~~w~~ wszystkie zjawiska e. m. systematycznie wywieść można.

Są to prawa (w zasadzie) Oersteda z dawniejszych wykładów już znane chociaż ~~może~~ zapewne w trochę odmiennym sposobie wypowiedziane:

I). ~~Prawo~~ Zasady elektromagnetyzmu: ~~praca wykonana przez~~

Jeżeli masę magnetyczną (równą jedności) okrąży przewodnik (lub część jego) to praca

16

wykonana przez siłę magnetyczną jest proporcjonalna do ilości prądu przechodzącego przez przewodnik ~~krążącego~~

Z tego wynika ...

II). Zasada indukcyi: siła elektromotoryczna (lub praca wykonana przez jednostkę elektr. =) ~~w przewodniku~~ (obliczona dla jakiejś bądź krzywej zamkniętej) ~~równa się~~ jest proporcjonalna do zmiany ilości linij sił objętych przewodnikiem ~~przechodzących przez~~ podczas 1 sekundy.

Teorya te dotychczas omawiane obejmuje zjawiska el.-nej mechaniczne. Rzućmy teraz
jeszcze okiem na drugi dział zjawiska elektrochemiczne — i zobaczmy ~~czy i o ile dalej~~ jakie rezultaty
tutaj osiągła praca porządkująca, łącząca różnorodne zjawiska w systematyczną całość,
— jednym słowem jak daleko się rozwinęła teorya tych zjawisk.

Otóż zauważamy że zawsze przechodzeniu prądu przez ~~takie~~ roztwory soli metalicznych elektrolity połączone
jest z rozkładem chemicznym substancyi przewodnika, tak że części (mianowicie metale) t. zw. kationy
wydzielają się na biegunie ujemnym, a części (mian. ~~kwasowe~~) na biegunie dodatnim —,
a ilość tych składników wydzielanych jest proporcyonalna do siły prądu.
Wypada z tego że prąd połączony jest z przenoszeniem materyi, z wędrówką cząsteczek
metali w jednym kierunku, a reszty kwasu pierwiastków kwasów w odwrotnym. ~~a jeszcze~~
~~krok dalej idąc przypuszczę powstanie prądu właśnie w elektrolitach właśnie polega na przenoszeniu~~
Czemu one się tak poruszają? Biegun dodatni przyciąga cząsteczki ujemne, ujemny
cząsteczki dodatnie, jak wiemy z elektrostatyki, zatem należy przypuszczać że ~~metale~~ kationy posiadają
ładunki dodatnie, aniony ujemne. A teraz jeszcze krok dalej idąc
powiemy że prąd w elektr. właśnie polega na przenoszeniu tych ładunków
elektr. w przeciwnych kierunkach. Wyobraźmy sobie więc że związki chemiczne

jak $FeSO_4$, $CuSO_4$, H_2SO_4 składają się z części naładowanej + elektr. Cu, H_2 i części — SO_4, SO_4

Ciężary tych atomów — albo raczej stosunki ich do ciężaru H można obliczyć, jak
wiadomo, ze zjawisk chemicznych. Pokazuje się że właśnie w tym samym stosunku
w jakim znajdują się ciężary składników Fe, Cu, H_2 —
także znajdują się ciężary jonów wydzielanych rozkładanych jeśli jeden i ten
sam prąd przechodzi przez różne elektrolity. (Prawo Faradaya) To znaczy że ten prąd przechodzę

przez różne elektrolity rozkłada, zawsze równe ilości takich par związanych jonów.

Zatem też każdy jon, niezależnie od swej natury chemicznej tę samą ilość elektr. musi zawierać.

Mechanizm tych zjawisk został przez Clausiusa i Arrheniusa zupełnie wyjaśniony.

W cieczy wyobrażamy sobie zwykle pary jonów ze sobą połączone, związane

Od czasu do czasu jednak, gdy im towarzystwo wzajemne im się uprzykrzy, i gdy korzystna konstelacya następuje ze wspólną zgodą rozwód — i znów połączenie z innemi chwilowo wolnemi kandydatami, i tak ciągle zachodzi zmiana. Dopóki para ze sobą żyje w zgodzie, pole elektryczne wywołane przez bieguny elektr. jest bezsilne, bo I znoszą się, ale podczas bytu samotnego one podlegają i ulegają, dodatnie są przyciągane przez biegun — i wędrują w kierunku ku niemu, a ujemne przeciwnie.

Oczywiście czem większa ilość takich jednostek pojedyńczych, w stosunku do par, albo jak się wyrażamy czem większa dysocyacya, tem więcej będzie tych części transportujących elektr., tem lepsze będzie przewodnictwo elektr.

(Ruch tych jonów jest bardzo powolny. W ogniwie Daniella — można to wielkość obliczyć z różnych ... — jeśli dwie płyty odległe o 1 cm. i 1 volt: H: 0·0025; ... : 0·00012 / 0·00024)

W cieczach źle przewodzących dis. jest bardzo mała, w dobrze przew., mianowicie w rozcieńczonych bardzo wodnych roztworach soli dis. jest duża, przew. dobre.

a także ładunek (który one transportują) bardzo mały $[5 \cdot 10^{-10}$ (el)$] = 1{\cdot}7 \cdot 10^{-19}$ coulomb

Za to ilość cząsteczek jest nadzwyczajnie wielka, w jednym cm^3 wody około $= 9 \cdot 10^{22}$ = 90 tryl. 0·02 · 0·0018

a części w stanie dysocyacyi.

Ten stan dysocyacyi oczywiście zależy od właściwości chemicznych tych wszystkich wogóle od ... chemicznych. Jest to więc jeden punkt gdzie fizyka wkracza w zakres chemii

Chemia teoretyczna już niejedną korzyść wyciągnęła ~~[illegible]~~ rozwijając dalej te rozumowania i zdaje się że te zjawiska ~~elektr.~~ i siły elektr. w chemii teoret. – jako kiedyś będzie istnieć (bo teraz chemia jeszcze w stanie bardzo chaotycznym) pierwszorzędną będą rolę odgrywać i może jeszcze pokaże się że Berzelius [myśl] miał [tylko stawiał] rację twierdząc że zjawiska chemiczne są właściwie tylko zjawiskami elektryczności.

Ale także w fizyce nowszej te zjawiska dysocj. [elektrolitycznej wraz] ~~ważną~~ [większą] rolę odgrywają.

Dawniej dzielono ciała na przewodniki złych (izolat.), elektr. i przew. metal.

A teraz coraz więcej rozpowszechnia się zdanie (i coraz więcej rzeczy za tym przemawia) że przewodzenie zawsze polega na takiej dysocj. albo jonizacji elektr.

~~Ale~~ Wahano się w początku [czy można] przyjąć taką hipotezę bo w co mają się rozkładać n.p. cząsteczki gazu jednoatomowego np. A, He — a przecież i te gazy przewodzą elektr. Trzebaby chyba przyjąć że atomy jeszcze mogą się rozkładać. (więc że

Silne poparcie znalazła jednak ta hipoteza w skutek badania promieni katodowych Röntgena etc. Wiadomo że te zjawiska jeszcze najlepiej tłomaczyć się dadzą ~~gdy~~ przyjmując że polegają one na wyrzucaniu drobnych cząstek, które z wielką prędkością się poruszają i częściowo przez inne ciała przenikać mogą. I te ciała muszą być ujemnie naelektryzowane ponieważ pokazało się że te promienie przechodzące nawet przez blaszki metalowe jeszcze ~~ładunek~~ ciała na które natrafiają ujemnie naelektryzują. Z różnych zjawisk, mianowicie z tego wpływu elektryzującego i z wpływu pola magn. i elektr. można obliczyć ładunek elektr. i masę tych cząstek i pokazało się że ładunek el. jest znów taki sam jak tam a masa, ciężar jest tylko koło $\frac{1}{1000}$ części atomu wodoru

Thomson wyobraża sobie zatem że to co nazywamy atomami są właściwie skupienia jeszcze wiele drobniejszych ciałek, które skupienia zwykle bardzo trwałe czasem ~~je~~ we warunkach wyjątkowych rozkładowi podlegają tak że ciałka od głównej masy odrywane bywają i wtedy tworzą promienie katodowe, Röntgena etc.

W metalach jednak ~~przy~~ należy sobie wyobrazić że ~~dys~~ jonizacya tych atomów t.j. rozproszenie na pojedyncze ciałka jest stosunkowo bardzo duże, a dlatego przewodnictwo takie dobre. Te teorye jeszcze są w stanie dość niejasnym, jeszcze nie wypracowane szczegółowo, ale za głównemi ich zasadami przemawiają poważne argumenty, bo ~~objaśniają~~ tłumaczyłyby one równocześnie także objaśnienie ~~wielu~~ ~~zjaw~~ zjawisk magnetooptycznych niedawno dopiero odkrytych.

Widzimy więc że ~~teorya~~ pojęcie jonizacyi t.j. rozkładu ~~na~~ cząsteczek złożonych na pojedyncze części, które ładunki elektr. niosą ze sobą mogą, tłumaczy nie tylko zjawiska elektrolizy i przewodnictwa prądu przez elektrolity, ale także jeszcze wielkiego znaczenia może nabrać tłumacząc mechanizm przewodnictwa w metalach i tworząc łącznik teoryi elektr. z zjawiskami optycz. przez —

Ta teorya da ~~się pogodzić~~ nie jest sprzeczną z t. Maxwella — one odnoszą się wogóle do ~~różnych~~ zjawisk różnorodnych a o ile się spotykają dają się pogodzić ze sobą.

Jaki będzie dalszy rozwój teoryi elektr.? Czy istotnie uda się wytłumaczyć dziwne szczególne własności metali (pod względem elektr. i optycz.) przez jonizacyę w myśl Thomsona i Drudego? Czy może pokaże się — jak Thomson mniema — że owe ciałka — pra-atomy — są materyą wspólną, z którego wszystkie atomy

pierwiastków chemicznych są zbudowane? Czy może poznamy wszystkie te twory jako naturalne mozonki? Czy dalej rozwiniemy myśli Maxwella, czy znajdziemy jakiś mechanizm elektr., który nam wystarczy do przekonania byśmy przełamali ~~jak~~ nie owe kółka zębate Maxwella? Czy może porzucimy zupełnie te twory mechanistyczne, czy może ~~[illegible]~~ z czasem myśl, wyobraźnia nasza tak się przyzwyczai do działania sił elektronowych, że już nie będziemy się starali tłumaczyć elektr. mechanicznie tylko może zjawiska mechaniki będziemy tłumaczyć działaniem sił elektr.? A może jak przedziśmy promienie Röntgena etc., poznamy nowy rodzaj zjawisk który znów zupełnie nowe horyzonty nam otworzy?

Ciekawe są te pytania — co do ~~względem~~ których zresztą nie śmiem bawić się w proroctwa — ale jeszcze ważniejszem ciekawszem jest ogólne pytanie: Czy te twory fizyk., których tyle już powstało i tyle znów zginęło, ~~będą zawsze~~ są tylko dziełem przypadku, upodobania chwilowego, ~~[illegible]~~ czy one są tylko marną zabawką naszego umysłu? Czy też dążą one do jakiegoś oznaczonego celu, czy jest w ich rozwoju postęp? Czy znajdziemy raz prawdę, rzeczywistość ukrytą za zjawiskami? — Na to trzeba odpowiedzieć że my wcale nie mamy pretensyi odkryć tego świata który jest za kulisami zjawisk fizycznych — ~~tamten~~ świat nas — jako fizyków nic nie obchodzi — my dążymy tylko do poznania zjawisk przyrody takich jakiemi ~~nam~~ się okazują, a twory nasze fizyczne mają być ~~są~~ tylko obrazem, modelem tego co się dzieje w naturze. Czem prostszy taki model, mechanizm, czem więcej faktów obejmuje i czem wierniej on oddaje zjawiska w rzeczywistości ~~to co spostrz~~ zachodzące tem lepszy jest twór. I pod tym względem ciągły jest postęp. ~~Stare twory [illegible]~~ Tak pierwotne twory elektr. zjawisk ~~interferencyi, twory [illegible] mechaniczne [illegible]~~

graniczały się na obrębie elektrostatyki. Później udało się za pomocą prawa Webera objąć wszystkie zjawiska elektr. magn. — o ile były znane. A wreszcie Maxwella tez o tyle jest doskonalszą że oddaje także zjawisko fal elektr. które polegają na ~~przenoszeniu~~ rozchodzeniu się sił elektr. I tak na wszystkich polach fizyki. Te teorye, mechanizmy, coraz się wydoskonalają, coraz wierniej oddają działanie sił natury.

I dumni być możemy jeśli wstecz spoglądamy na drogę którą przebyła fizyka w ostatnim stuleciu — wszak prawie cała nauka elektr. powstała w ostatnich 100 latach — zwłaszcza jeżeli pomyślimy o skutkach o zastosowaniach w technice i o tym przewrocie który fizyka zastosowana dokonała w życiu społecznem — ale z drugiej strony gdy się zdarzy znów odkrycie jak promieni Röntg. które wskazują wiele jeszcze ~~tam~~ może być zjawisk ~~za~~ o których jeszcze wyobrażenia nie mamy, gdy pomyślimy jakie zadania jeszcze fiz. teoret. ma do spełnienia zanim materyały teraz znane — wraz z chemią — zjednoczy w jeden system — wytłomaczy je jak to możemy — to znów ~~mamy~~ doznajemy uczucia jakie Newton ~~gdy~~ (określił ~~[illegible]~~ ładnem porównaniem: (dokonawszy największego odkrycia fizyki i astronomii odkrycia siły przyciągania)

Zdaje mi się że jestem jak dziecko nad brzegiem oceanu wszechświata które bawi się w piasku i raduje się gdy znajdzie ładny, barwny kamyczek.

101/53

IV 9

Dyspozycye do wykładu

O teoryach elektryczności

w Krakowie (1901)

Elektr. = płyn nieważki etc.

(umysł nowoczesny)
taki prymitywne pojęcie często przeprowadzał ~~...~~ przy poznawaniu wszystk. zjawisk

bo stara się porównać z rzeczami z życia codziennego, więc najprostsze materyalistyczne

pojęcie. nie można powiedzieć czy to stało — bo z tem łączymy pojęcie sztywności

więc : płyn podobny (nawet ciepło duchowe) ciepło → dopiero gdy Rumford pokazał że dowolnie dużo ciepła wydzielić można przez pracę mechaniczną porzucono to. Dzisiaj pojęcie niedawne rodzaj ruchu, energię kin. etc.

w pewnej potrzeba zaraz 2 płynów elektr. ± i dziwne własności : nieważkie etc.

Tak że z „płynu" własności nie więcej wiemy prawie tyle jak słowo bez pojęcia — ale to często się zdarza.....

$\frac{e e'}{r^2}$ uspokojono się tem że analogia do grawitacyi (dysk to że siła)

Franklin pokazał że wystarczy przyjęcie jednego takiego płynu

Magnetyzm z tem w żadnym połączeniu, aż dopiero się pokazało że t.zw. prądy elektr. wytwarzają siły magnet. (tego samego rodzaju) Nawet Ampère magnetyzm = prądy krążące w cząstk.

Siły prądów według zupełnie odmiennych praw.

Czy to ta sama elektr.? Wiemy stwierdzono. Więc czemu w tym przypadku inne siły jak tam?

W drucie elektr. ładunek $\neq 0$

Weber : ~~jeżeli prędkości stała~~ : v przyspiesz. $\frac{e e'}{r^2}\left[1-\frac{v^2}{a^2}\right] + \frac{2r}{a^2}v$

(że siła zależy od ruchu)

więc zależna od prędkości : zmieniające się gdy

Tak zdawało się wszystko wytłomaczone — tylko Helmholtz jeden opponował (sprzeciwił) się przyjęciu p. W. pokazując że ono w przyrodzie ..

Tymczasem Faraday i tych wszystkich zupełnie inne myśli. Pochodzenia prostego, uczeń introligatora, sposobność do czytania, wybił się na świetnego fizyka czasu, nadzwyczajny talent — ale zupełny brak matematyki. To może nawet było szczęście bo inaczej byłby zapewne się przyzwyczaił do przesądów .. — Tak jednak uderzyła go sztuczność całego tego systemu.

Istotnie actio in distans niezrozumiała | : Elektr. nie widzi co się dzieje się — ~~[illegible]~~ co to jest wogóle elektr.? To co bezpośrednio spostrzegamy to siły el. i magn. — więc stosujemy się bezpośrednio stosunków ... rozumieć ...

~~Wytłomaczenie zawsze grawitacyi jako przykład. Tymczasem Newton nie ..~~

Prawo Coulomba $\frac{ee}{r^2}$ w każdej chwili tę siłę który odpowiada r, więc jeżeli ruch, to ono musi wiedzieć jaka odległość chwilowo i z odpowiednią siłę przyciągać. To samo także w prawie Webera musi wiedzieć jaka prędkość etc. Według pojęcia actio in distans, cały wszechświat oddziaływa bezpośrednio na tę masę a ona odwrotnie, więc ono musi w każdej chwili wiedzieć w jakiej odległości znajduje się — musi być wszechwiedzącą! Więc według Faraday-owskiej

siły zawsze tylko na elementy bezpośrednio przytykające. Tak jak u sprężystości, więc oczywiście także potrzebują pewnego czasu aby przejść .. ~~[illegible]~~ Doświadczenia przeprowadzone przez Hertza 300000 więc bardzo wielka ale skończona. Kwestia tylko z jakiej etc..

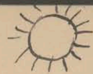
A co do grawitacyi? Newton sam nie wierzył w actio in distans. prędkość rozchodzenia się siły grawitacyjnej? W ostatku nie można było rozstrzygnąć (bo za mała)

Oczywiście do doświadczeń nad grawitacyą jest wszechświat, system planetarny etc. Niedogodność że do mierzenia odległości etc. trudno się posługiwać metodami pośredniemi. Jeszcze żadnego rezultatu stanowczego. (obliczenia niedawno stanowczo) Astronomowie przypuszczają możliwość — ale co do wielkości nie ma zgody niektórzy że ~~jedna~~ światło = 300 inni że (znacznie) większa.

Przypatrzmy się bliżej jak te siły w atmosferze działają.

Np. najprostszy przypadek: pole magnetyczne, linie sił / oddają kierunek i także wielkość

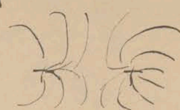
tam gdzie siła większa — większa ilość
siły jeśli się tyle wykreśli — gęstości

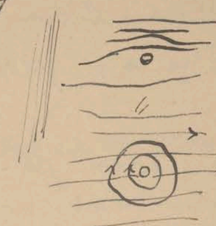


+ = początki
− = końce linii sił

Mianowicie dwa przykłady







Jak gdyby porszy ⟶ (podwójne załamanie eteru dielektr.

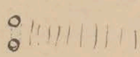
~~Kurczą~~ Starają się kurczyć w długości a rozszerzyć w grubości

Tak jak mięśnie ciała ludzkiego gdy je napinamy | albo kawał kauczuku wyciągniętego

Podobnie w elektrostatyce | tylko ta różnica że silniej za-

Teraz pojmujemy jak się rozchodzą te siły





elektr. magn. zupełnie jak kawał żelatyny albo kauczuku

tylko że to nie sprężystość materyalna zwykła lecz sprężystość elektryczna eteru

~~Natur~~ Gdy teraz natrafiają na ścianę odbijającą ... ~~kaw~~ naprężają się wszystkie .... ciśnienie

n. p. słońce : $0.6 \cdot 10^{-4}$ na 1cm² (Radiometr) na powierzchnię ziemi

" 600 g na km² — $6360^2 \cdot 31 = 10^8$

Komety (Lebedew) — " $6 \cdot 10^{10}$ g na ⊕ — $6 \cdot 10^{7}$ kg.

Maxwell : jak to sobie tłumaczyć ? czemu powstają siły tego rodzaju

napięcia ośrodek sił magnet.

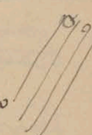
ruch wirowy cieczy



wiry w wodzie ; siła odśrodkowa







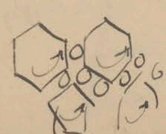
Więc jeśli wielka ilość takich wirów w kierunku linii siły pola magnetycznego

Jak sobie wytłumaczyć że one sobie wzajemnie nie zawadzają

Maxwell jeszcze cząsteczki ~~tkwi~~
w przekroju

albo wyobrażając sobie wiry eteru jako ciała w rodzaju żelatyny





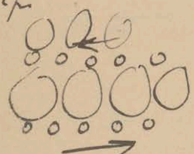
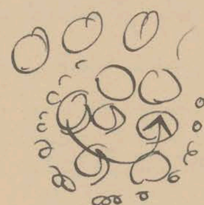
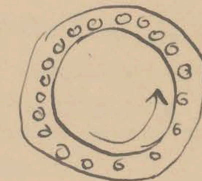
a te cząsteczki w izolatorach
miejsca ustalone w przewodnikach
z łatwością poruszają się

Pamiętaj
Cząstki = przed elektryczny

Wtedy n.p. prąd 

obydwa wirowe
wiry kołowe jak kółka dymu ; wtedy stosuje się zjawiska zasadnicze elektrodynamiki

A również indukcya, jeśli się uwzględni bezwładność

N.p.  Albo  = 

Gdy nastąpiło wyrównanie prędkości to już prąd = 0

ale dopóki stan zmienny --

Także elektrostat.

Prawda że to system dosyć sztuczny — inni wynajdywali inne mechanizmy

które podobnie działają — ale nie wiele postęp. Jak Poincaré mówi: można zrobić ∞ wiele

jako syst. mechan.
Zasadnicza rzecz: że wogóle można wyobrazić sobie eter tak skonstruowany że

ten mechanizm będzie okazywał wszystkie własności pola elektrycznego.

Maxw. sam główny nacisk położył nie na ten specyalny rodzaj mechanizmu lecz

na pogląd ogólny na zjaw. elekt.:

Podstawa prawa
tego mechanizmu ujął on je w dwa zasadnicze prawa:

przez jedności
prawo elektromagn. : praca wykonana przy okrążaniu prądu elekt. = ilość prąd przeszł.

prawo indukcyi : praca wykonana przez jedność elektr. = zmienności ilości linii siły

Są to zjawiska odpowiadające sobie jak to często w fizyce widzimy

Z pierwszego wynika elektrodynamika -- motory
z drugiego indukt. dynamo ...

N. p. przez ogrzanie gaz się rozpręża

ściskając gaz .. on ogrzewa się

Pokazało się że ~~[illegible]~~ przez konsekwentne wysiłki — ~~[illegible]~~ że wszystkie zjawiska cieplne z tych można wyprowadzić — więc że one zastępują cały szereg formułek ścisłych skomplikowanych dawniej w szczególnych przypadkach trudne były ścisłe.

Więc Maxwella zastosuje: zobaczymy tylko przez

Innym przykładem do uprzedzkowania: elektrochemia

elektroliza — tworzenie prądu przez procesy chemiczne — [takie zjawisko wyjaśniał

Faraday. prawo — wykazując że prąd polega właśnie na przenoszeniu

wszystkich naelektryzowanych — ciężar n.p. sól przewodnik, woda [illegible] a [illegible] ?

Dissocyacje elektrolityczne — [każdy ion transportuje pewną ilość elektr. niezależnie od jakości chem.

~~[illegible]~~ prąd tęczą rozkłada się ; wytwarza przedtem

Przewodnik ten lepszy czem częściej następuje rozłączenie — czem większa dysocyacja

to są właściwie zjawiska chemiczne, wchodzą w grę siły chemiczne — ~~[illegible]~~

przemienia się energia chemiczna w energię ~~[illegible]~~ elektr.

zdaje się że uwzględnienie sił elektr. jeszcze wielkie znaczenie dla chemii — dopóki wszystkich gałęzi najwyższych chemii bez teorii wyprowadzenia faktów — już zwrot ku temu Nernst etc.

Ale także w fizyce w elektr. ~~[illegible]~~ coraz ważniejszą rolę odgrywają te pojęcia.

Dawniej rozróżniano 2 rodzaje przewodników elektr. (dodatnie) | a teraz wiele więcej

elektrolit

metal.

opinia że wszystko polega na zjawiskach podobnych do elektrolizy (jonizacji)

Tylko że np. w gazach i ciałach izolat. pojed. cząstki bardzo silnie skupione (czem

pod ~~wpływem~~ promieni Röntgena etc. tłumaczy się rozkładają ciała przewodn. lepsze)

Ale cóż jeśli ciało chemicznie jednolite ?

jeszcze jednolity, metale ?

Teorya nowsza Thomsona i Drudego

(teorya emisyjna)

Thomson promienie katodowe Röntgena Becquerela tłumaczy same polegają na wyrzucaniu

cząsteczek elektryczn. ~~ujemnych~~ ujemnie / przenikają ciała do pewnej grubości że przeciwnego elekt.]

Udało się obliczyć ~~stos.~~ ze zjawisk dodatnych magn. i elektr. stosunek masy i elektr. takich

cząsteczek i pokazało się że stosunek elektr. ta sama jak H a masa = $\frac{1}{1000}$

więc wiele drobniejsze cząstki niż „atomy" ciałka corpuscule elektron

~~Według~~ ~~A...~~ Więc przyjmują że atomy składają się z nich, częściowe domysły

~~Sto~~ A metale przewodz. właśnie na tej drodze mieliby polegać.

W związku z ~~elektro~~ magnetooptyką.

Nie ma sprzeczności z teorią Maxw. — inna tylko strona — ale jeszcze nie całkiem

wyrobione, nie połączone w całość.

Co przyjmie przyszłość ?

1 Coulomb = 1 Farad - Volt ~~Ampère-sec~~ = 1 Ampère sec.

=

~~1 600~~ F. 10^{-6} = ~~6000 . 10^{5}~~ 10^{6} cm

$$\frac{1 \text{ Coul}}{\mathcal{E}} = \frac{10^{12}\ \text{cm}}{7 . 10^{7}} = \frac{10^{5}}{7} = 1{\cdot}3 . 10^{4}$$

~~1 Coul = 0.010 0.1 mg H₂O~~

~~= 10^{-4} cm³ H₂O~~

~~$\frac{10^{4}}{9 . 10^{22} . 1{\cdot}7 . 10^{-19}}$ =~~

$\mathcal{E}$ = 7000 Volt . 10000 cm

1 Volt = 10^{-8} . $3 . 10^{10}$ = 300 es

$\mathcal{E}$ = 300 . 7.000 . 10.000

= 21 . 10^{10} es

Czas 1901 Nr. 53

27

Elektryczność i jej zastosowania.

Odczyty urządzane przez Tow. Przyrodników imienia Kopernika.

Dr Wład. Heinrich: Mechaniczne sposoby otrzymywania prądu. — Prof. Dr August Witkowski: Fale elektryczne.

I.

Rok mija od próby, którą zrobiło Towarzystwo imienia Kopernika, organizując odczyty publiczne, poświęcone kwestyom przyrodniczym. Próba wykazała, że odczyty takie, nie urządzane dotychczas systematycznie, były jednakże potrzebą warstw inteligentnych Krakowa; dobór tematu, dobór prelegentów i *last but not least*, chęć dowiedzenia się o nowych wynikach badań naukowych wśród szerokiej publiczności sprawiły, że liczba słuchaczów wciąż rosła, aż wreszcie obszerna aula szkoły realnej nie mogła na paru ostatnich odczytach pomieścić wszystkich osób, pragnących wysłuchać prelekcyi. Tego roku przedmiotem odczytów jest elektryczność i jej zastosowanie; temat interesujący i pociągający, jak mało który inny z dziedziny nauk ścisłych, spowodował, że wykłady muszą się odbywać w sali zakładu fizycznego, gdzie są wszelkie potrzebne środki doświadczalne do rozporządzenia, lecz gdzie za to mniej się może osób pomieścić. Dłatego też na drugim odczycie zabrakło miejsc w sali i wiele osób musiało odejść, nie znalazłszy biletu; był to zawód, którego łatwo było można uniknąć przez nabycie odrazu całego bloku na wszystkie odczyty.

Dwa pierwsze odczyty stanowią niejako wstęp do następnych; z nich dowiadujemy się, w jaki sposób otrzymuje się energię elektryczną z mechanicznej, w postaci prądu, oraz w jaki sposób przebiega elektryczność przestrzeń w postaci fal.

Dr Heinrich we wstępie wyjaśnił, dlaczego w nowoczesnej technice postępuje się pozornie bardzo nie ekonomicznie, spalając węgiel i zamieniając ciepło stąd uzyskane na pracę mechaniczną (poruszanie motoru parowego), następnie pracę tę mechaniczną na prąd elektryczny za pomocą dynamo maszyny i w końcu ten prąd elektryczny z powrotem na energię mechaniczną (naprzykład poruszanie elektromotoru) lub cieplną (np. w piecu elektrycznym, lampie łukowej itp.). W każdym razie powracamy do jednej z faz szeregu przemian energii, którąśmy już poprzednio przeszli; byłoby to analogiczne do takiej operacyi finansowej, jak zamiana sumy pewnej z koron na ruble, z rubli na marki, z marek z powrotem na korony; postępowanie takie spowodowałoby znaczną stratę pieniężną, a postępowanie powyższe z przemienianiem kolejno jednych form energii w drugie, powoduje również stratę i to stosunkowo jeszcze znaczniejszą. Cóż więc jest przyczyną, że technika postępuje w taki sposób? Oto drogą powyższą otrzymuje się energię w postaci użyteczniejszej.

Jeślibyśmy naprzykład oznaczyli ilość ciepła, wytwarzaną przez łuk lampy elektrycznej, to przekonalibyśmy się, że jest ona znacznie mniejsza, niż ilość ciepła, otrzymana przez spalenie węgla w palenisku motora, poruszającego dynamomaszynę; ale w łuku elektrycznym możemy z łatwością stopić, a nawet preparować platynę, gdy rezultatu takiego nie moglibyśmy osiągnąć zapomocą płomienia węgla. Prócz tego musimy rozważyć i tę okoliczność, że przez zastósowanie pracy motorycznej zmniejsza się wciąż stosunek osobistej pracy ludzkiej do pracy uzyskanej; wartość energii, wytworzonej przez jednostkę pracy włożonej przez robotnika, zwiększa się stale: pierwotnie, gdy człowiek zużytkowywał jedynie pracę swych rąk, otrzymywał on tyle energii skutecznej, ile jej zużył; przez zastósowanie pracy zwierzęcej zwiększył już znacznie ilość uzyskaną, w stosunku do swego wysiłku, a zastosowanie pracy motorów mechanicznych dąży do coraz dalszego powiększania się ilości.

Prąd elektryczny otrzymuje się na wielką skalę głównie przez zamianę energii mechanicznej na elektryczną, a dzieje się to przez specyalny rodzaj ruchu przewodników elektryczności (zwojów drutu) obok magnesu. Aby to zrozumieć, przypatrzmy się działaniu magnesu na igłę magnetyczną. Igła ta zmienia pod wpływem magnesu swój kierunek, mianowicie w ten sposób, że jej północny koniec zwróci się do południowego bieguna magnesu, i będzie wskazywał zawsze w tym kierunku, niezależnie od położenia igły. Magnes więc przyciąga igłę z pewną siłą, tem większą, im się igła bliżej niego znajduje, i im magnes silniejszy.

Siła przyciągająca działa w pewnych kierunkach, które łatwo oznaczyć w ten sposób, że w pobliżu magnesu umieścimy opiłki żelazne; opiłki te ułożą się w pewnych kierunkach, odpowiadających liniom sił. Zobaczymy wtedy, że linie te wychodzą z jednego bieguna i dążą do drugiego, co szczególnie łatwo jest obserwować na magnesie, zgiętym w podkowę. Jeżeli w takiej przestrzeni (polu magnetycznem) umieścimy kawałek miękkiego żelaza, to ono wykaże własność skupiania, zagęszczania linij sił. Umieśćmy opiłki w pobliżu przewodnika, po którym przebiega prąd elektryczny, a zobaczymy, że i w tym przypadku opiłki układają się według linij sił, lecz ułożonych zupełnie inaczej, niż dookoła magnesu: linie te obiegają pierścieniowo dookoła drutu. Linie sił wywierają rzeczywiście pewne ciągnięcie, jak się o tem przekonaliśmy przy doświadczeniu z igłą magnesową; jeżeli więc zbliżymy magnes do takiego przewodnika, przez który przebiega prąd elektryczny, to będzie on ciągnięty przez linie siły, zatoczone dookoła drutu. Jeżeli magnes jest stale utwierdzony, a przewodnik ruchomy, to przewodnik będzie się obracał dookoła magnesu; jeżeli przewodnik stały, a magnes ruchomy, to magnes się poruszy. Na tem polega wychylanie się igiełki magnetycznej, umieszczonej obok drutu, po którym prąd przebiega; jestto sposób wykazania obecności prądu elektrycznego w przewodniku.

Jeżeli drut, przez który prąd przepływa, zwiniemy wielokrotnie koliste, tak, ażeby tworzył cewkę, to linie siły sąsiadujących ze sobą zwojów łączą się ze sobą w jednę prostą linię wewnątrz cewki i wychodzą następnie z cewki na zewnątrz, zaginając się, aby podążyć przez otaczającą przestrzeń ku drugiemu końcowi cewki. Jestto urządzenie zupełnie analogiczne do magnesu i zachowuje się też zupełnie podobnie. Jeżeli do środka włożymy sztabkę z żelaza miękkiego, skupiającą linie sił i wzmacniającą przez to działanie magnesu, otrzymamy elektromagnes.

Zjawisko to można odwrócić. Jeżeli do takiego urządzenia zbliżymy magnes, tak, aby owa sztabka żelazna się namagnesowała, to przez drut przebiegnie prąd; wogóle, jeżeli w pole magnetyczne wprowadzimy przewodnik w ten sposób, aby przecinał linie sił, to otrzymamy prąd, którego siła zależy od wielu okoliczności: od szybkości ruchu, którym wprowadziliśmy przewodnik w pole magnetyczne, od natężenia pola, od ilości zwojów drutu; kierunek zaś prądu będzie zależał od względnego kierunku ruchu przewodnika do kierunku linij siły. Działanie pola magnetycznego zaś jest takie, że sprzeciwia się ono, za pomocą linij siły, ruchowi przewodnika; w ten sposób, wykonywując ten ruch, musimy pokonać pewien opór, który to wysiłek mechaniczny odzyskujemy w postaci prądu w przewodniku.

Prąd więc powstaje wskutek przemiany pracy mechanicznej; dlatego też, gdy przewodnik spoczywa nieruchomo w nieruchomem polu magnetycznem, prąd nie powstaje; powstanie zaś, gdy będziemy zbliżali i oddalali magnes od przewodnika, to jest, gdy linie siły będą przecinały przewodnik, lub też poprostu, gdy się ilość linij siły zmienia. Na tej zasadzie zbudowane są np. zwykłe maszynki indukcyjne, używane do elektryzowania; mamy tam dwie cewki, wsunięte jedna w drugą; w wewnętrznej znajduje się miękkie żelazo w środku. Gdy przez wewnętrzną cewkę przepuścimy prąd, to powstaną wzdłuż niej linie siły, wzmocnione przez owo miękkie żelazo; wskutek tego w zewnętrznej cewce powstanie prąd chwilowy. Wrazie przerwania prądu pierwszorzędnego ilość linij siły zmienia się (spadając do zera), wskutek czego powstanie w zewnętrznej cewce znowu prąd, ale już w przeciwnym kierunku. Odpowiednie urządzenie automatyczne przerywa ciągle prąd w cewce wewnętrznej, wskutek czego w zewnętrznej, wtórnej, otrzymujemy prąd przerywany, znany powszechnie, jako używany przez lekarzy. Przyrządy takie, na wielką skalę urządzone, dostarczają elektryczności o bardzo wysokiem napięciu, tak, że między końcami drutu zewnętrznego przeskakują iskry często na odległość kilkudziesięciu centymetrów.

W inny sposób zużytkowują zjawisko wzbudzanych przez magnes prądów t. zw. maszyny dynamo. Pierwotna forma, podana przez Siemensa, składała się z magnesu, między którego biegunami obracał się kawałek miękkiego żelaza, odpowiedniego kształtu, obwinięty drutem. Kotwica ta, zbliżając się to do jednego, to do drugiego bieguna magnesu, powodowała powstanie prądu w zwoju drutu, i to raz w jednym, drugi raz w przeciwnym kierunku, co odpowiedni kommutator, to jest zmieniacz kierunku prądu, poprawiał na prąd jednokierunkowy. W roku 1871 konstrukcya tej maszyny uległa zmianie wskutek tego, że świeżo zmarły elektrotechnik Gramme zastąpił ów kawałek żelaza miękkiego pierścieniem, którego obwód był podzielony na większą ilość zwojów, co znacznie poprawiło wydajność maszyny. Dalszem ulepszeniem było wprowadzenie przez Siemensa elektromagnesów w miejsce magnesów. W ten sposób prąd, wytworzony w kotwicy, przebiega przez elektromagnes i wzmacnia pole magnetyczne; to zaś ma za skutek zwiększenie siły prądu; ponieważ ten prąd znów dalej powiększa magnetyzm, przeto zwiększanie prądu powinno iść coraz dalej bez końca; w rzeczywistości wkrótce prąd osięga pewne *maximum*, którego nie przekracza, wskutek ograniczonej zdolności magnetyzacyjnej żelaza. W takich maszynach potrzeba zatem tylko bardzo słabego magnetyzmu z początku, aby otrzymać prąd, który następnie wzrasta aż do pewnej granicy, zależnej od konstrukcyi, wielkości maszyny i t. d.; takie ślady magnetyzmu, które nawet w miękkiem żelazie się przechowują, już wystarczają do zapewnienia maszynie funkcyonowania.

Jeżeli naodwrót przez pierścień puścimy prąd, uzyskany z innego źródła, np. bateryi akkumulatorów, to pierścień zacznie się obracać, i w ten sposób każda dynamomaszyna może służyć jako motor.

Wykład Dra Heinricha był ilustrowany licznemi doświadczeniami i projekcyami obrazów linij sił, uzyskanych przez umieszczenie opiłek żelaznych w polu magnetycznem.

II.

Drugi wykład, którego treścią miała być sprawa fal elektrycznych, zgromadził liczną publiczność, która zawsze tłumnie się stawia, gdy z katedry przemawia prof. Witkowski; a ci, którym się udało dostać bilet, żałowali chyba tylko, że tak szybko przebiegł czas odczytu.

We wstępie podniósł prof. Witkowski, że świeżo ubiegły wiek XIX nazywano wiekiem pary i elektryczności. Po za temi popularnemi hasłami kryje się jednakowoż myśl głębsza: zastósowanie pary do przemysłu, to odkrycie zasady zachowania energii, to dojście do związku pomiędzy siłami przyrody i ich wzajemnego stosunku. Rozwój elektryczności zaś, to wytworzenie teoryi elektromagnetycznej światła, czego wyrazem jest odkrycie fal elektrycznych. Że jednak ludzka żądza zysku pragnie zużytkować każdą idealną zdobycz nauki „i do ziemskiej zaprzągnąć ją służby“, więc i fale elektryczne zostały wkrótce po odkryciu „sprofanowane“, zastósowane do telegrafu bez drutu.

Skąd się jednak biorą fale elektryczne? Aby otrzymać fale na wodzie, należy wstrząsnąć wodą, aby otrzymać fale głosowe, należy wstrząsnąć powietrzem, aby otrzymać fale elektryczne,

należy wstrząsnąć eterem, ową hypotetyczną substancyą, wypełniającą cały wszechświat, której istnienia wymaga optyka od lat stu. Eterem zaś wstrząsa się przy wyładowaniach elektrycznych.

Jeżeli nabijemy butelkę lejdejską i rozbroimy ją, to powstaną przy tem fale elektryczne. Zjawisko samo było znane od dawnych czasów, lecz nie wiedziano, że przy niem tworzą się fale elektryczne, i nie umianoby, nawet gdyby o tem wiedziano, fal tych zbadać (są one w tym razie zbyt długie). Rozbrojenie butelki lejdejskiej zapomocą drutu, wygląda w ten sposób, jak gdyby z gałki butelki wyskakiwała jedna iskra; w rzeczywistości zjawisko jest bardziej skomplikowane: wyładowanie przebiega w ten sposób, jak gdyby elektryczność rozpędzała się i za wiele jej przeskoczyło z gałki na drugą okładkę butelki; wskutek tego znowu iskra przeskakuje w odwrotnym kierunku, i znowu za wielka; to się powtarza niezmiernie wiele razy, zanim się ładunek elektryczny wyrówna na obu okładkach; dzieje się to jednak ogromnie szybko, tak, że można przyjąć, że każda taka oscylacya wyładowania trwa u średniej butelki około jedną stotysięczną część sekundy. Jeżeli każda taka oscylacya wstrząśnie eterem, to otrzymamy szereg fal — fal elektrycznych. — Że jednak fale poruszają się w eterze z szybkością trzystu milionów metrów na sekundę, przeto fala jedna miałaby długości trzy kilometry. Szybkość oscylacyi można zwiększyć, zmniejszając pojemność butelki, czyli wogóle tego zbiornika elektryczności, który się wyładowuje. W ten sposób zmniejsza się długość fali, tak, że w roku 1888 Hertz otrzymał oscylacye, wynoszące jedną stumilionową sekundy, a wskutek tego fale o długości trzech metrów, które już można z łatwością w pokoju badać. W następnych latach, przez zmniejszanie stopniowe pojemności urządzenia, w którem następuje wyładowanie elektryczności, — zdołano uzyskać bardzo krótkie fale elektryczne, mające zaledwie parę milimetrów długości (np. za pomocą t. zw. oscylatora Righi'ego). Takie kondensatory wyładowujące się, nabija się zapomocą induktora.

Oscylacye jednak, to nic innego, jak prąd o szybko zmieniającym się kierunku; a prąd w jednym przewodniku wywołuje prąd indukowany w przewodniku drugim, umieszczonym niedaleko niego. Jeżeli więc wywołamy oscylacye elektryczne n. p. w przyrządzie Righie'go, to w równoległym do niego drucie powstaną prądy indukowane, o czem można się przekonać, przecinając ów drut w pewnem miejscu; zobaczymy, że w czasie oscylacyi w oscylatorze będą przeskakiwać iskierki między końcami przeciętego drutu. Zachodzi jednak pytanie, skąd się biorą oscylacye i w tym drucie? Pytanie to, jasno postawione, było przełomowe.

Dawniej nie kłopotano się odpowiedzią na tę kwestyę; przypuszczano, że elektryczność działa na odległość wprost jako taka, bez żadnego pośrednictwa. Dopiero Faraday z całą potęgą swego geniuszu zwrócił się przeciw temu zapatrywaniu, niezgodnemu ze zdrowym rozumem; nic bowiem nie może bezpośrednio działać na odległość. Faraday jednak pierwszy położył nacisk na działanie ośrodka, w którym zjawisko ma miejsce. Idee Faraday'a, nie wypowiedziane zupełnie *explicite*, podjął genialny James Clerk Maxwell, profesor w Cambridge, który położył pod zapatrywaniami Faraday'a silny fundament matematyczny. Wykazał on, że oscylacye muszą się rozchodzić po przestrzeni w postaci zmian falistych w eterze, i że wywołują one oscylacye w drugim przewodniku dopiero wtedy, gdy do niego dojdą; wedle dawniejszych zapatrywań, oscylacye wywołane odbywały się równocześnie z wywołującemi. To było teoretyczne odkrycie fal elektrycznych; w praktyce wyszukał je Hertz, młodo zmarły profesor w Bonn. Do badania ich zastosował on metodę wytwarzania t. zw. fal stojących, takich, jakie się tworzą n. p. na strunie drgającej, na której powstają węzły.

Tu profesor Witkowski demonstrował przyrząd, pozwalający wykazać istnienie fal stojących wzdłuż dwóch drutów równoległych; za pomocą rurki Geisslerowskiej, świecącej pod wpływem elektryczności, wykazywał, że są miejsca, odpowiadające węzłom, gdzie więc rurka nie świeci, i miejsca, odpowiadające strzałkom fali, gdzie rurka świeci najjaśniej. Tym przyrządem więc można z łatwością oznaczyć długość fali, a mając ją i częstość oscylacyi, możemy obliczyć szybkość fal elektrycznych. Wynosi ona 300.000 kilometrów na sekundę. Znamy zaś oddawna zjawiska faliste w eterze, mające tę samą szybkość: jest to światło. Różnicy więc jakościowej między zjawiskami elektromagnetycznemi a świetlnemi nie ma; są tylko ilościowe, gdyż najkrótsze znane fale elektryczne mają po parę milimetrów długości, najdłuższe zaś fale świetlne mają długość tylko kilku tysięcznych milimetra. Własności jednak obu rodzajów fal są analogiczne: tak więc fale elektryczne, podobnie jak świetlne, ulegają odbiciu, załamaniu, polaryzacyi itd.

Obecność fal elektrycznych łatwo wykazać za pomocą tak zwanych rurek Branly'ego. Jest to rurka, wypełniona opiłkami metalowymi i włączona w obwód, po którym płynie prąd. Rurka taka stawia prądowi ogromny opór i w praktyce tamuje prąd zupełnie. Pod wpływem jednak fal elektrycznych rurka zaczyna prąd przepuszczać bardzo łatwo, jednak lekkie już wstrząśnienie wystarcza, aby stała się napowrót nieprzewodnikiem. Połączywszy więc taką rurkę ze źródłem prądu i galwanometrem, możemy badać zjawiska naprzykład odbicia fal elektrycznych, rzucania cienia przez arkusz blachy itd. Jeżeli w obwód wstawimy dzwonek elektryczny, to fale elektryczne zaznaczą swą obecność sygnałem. Na czem polega działanie rurki Branly'ego, to dotychczas nie jest z zupełną pewnością wiadome.

Z tych przyrządów łatwo już jest zestawić telegraf bez drutu. Dokonał tego w sposób niezmiernie bystry Marconi, dając początek telegrafii bez drutu; w jego przyrządzie mamy przedewszystkiem aparat przesyłający, składający się z oscylatora z induktorem i aparat odbierający, gdzie się znajduje rurka Branly'ego, połączona z właściwym przyrządem telegraficznym i młoteczkiem dzwonka elektrycznego. Młoteczek ten uderza w rurkę, kiedy tylko ją prąd przebiegnie i powoduje na nowo przerwę prądu. Nowa fala, wysłana z aparatu przesyłającego, powoduje znów przejście prądu przez rurkę, a młoteczek znowu doprowadza ją do stanu, w którym może odebrać sygnał. Podczas tego odpowiednio dostosowany aparat tegraficzny zapisuje depeszę. Treść więc istotna telegrafu bez drutu, który może działać na odległość kilkudziesięciu kilometrów, jest taka sama, jak telegrafu zwyczajnego z drutem; różnica cała polega na tem, że w zwykłym fale idą wzdłuż drutu, w telegrafie Marconiego są one swobodnie w przestrzeń puszczone.

Na tem zakończył prof. Witkowski swój niezwykle zajmujący wykład, a publiczność dziękowała mu długotrwałymi oklaskami.

Z. R.

— „[illegible]“ czytamy w Dz. Polskim: Adwokat lwowski i radny miejski, Dr Starczewski, przeprowadzający z polecenia dyrekcyi centralnej sanacyę lwowskiej filii, napotyka ze strony tej dyrekcyi takie trudności, iż zrzekł się powierzonej mu misyi. W liście wystosowanym do dyrekcyi centralnej, jako powód swego kroku podaje to, że dyrekcya wiedeńska nie postępuje tak, jak tego od poważnej instytucyi wymagać można.

W istocie postępowanie centralnej dyrekcyi w Wiedniu jest dziwne. Naczelny dyrektor br. Kalbermatten mimo przyrzeczenia danego komisyi sanacyjnej, do Lwowa nie przybył i przyjazd swój z dnia na dzień odwleka. Dalej nie przysłała dyrekcya centralna pieniędzy na zapłatę urzędników i czynszu za lokal. Ogólna suma koniecznych wypłat dnia 1 marca wynosiła około 1.700 koron, a dyrekcya centralna przysłała zaledwie 280 koron na ich pokrycie. Opłakane więc panują stosunki i nic dziwnego, iż Dr Starczewski wyrzeka się wszystkiego, nie chcąc pracować wśród takich stosunków.

— **Pogrzeb ś. p. Konstantego Górskiego.** Wczoraj odbył się w Warszawie pogrzeb ś. p. Konstantego Górskiego. Dnia poprzedniego przeniesiono zwłoki do głównej nawy kościoła Świętokrzyskiego i ztąd też wyruszył kondukt pogrzebowy. Po odprawieniu egzekwii żałobnych, trumnę wynieśli na barkach pp.: Szostkiewicz, K. Natansohn, J. Jeziorański, J. Śliwiński, Dmochowski i Barszczewski. Ustawiono ją na czterokonnym wozie żałobnym; poczem kondukt wyruszył na cmentarz powązkowski. Prowadził go X. Michalski w asyście X. prałata Łubieńskiego z Łodzi i X. rektora Chełmickiego, jako też kilku kapłanów. Obok trumny szpalerami postępowali członkowie Rady i urzędnicy Towarzystw.

Za trumną na czele rodziny szedł sędziwy brat zmarłego prezes Ludwik Górski z małżonką nieboszczyka, licznie zebrani członkowie rodziny z kraju, jakoteż z zagranicy, przyjaciele i znajomi, dalej nieprzeliczone tłumy publiczności, które złożyły ten wierny, wymowny wyraz sprawiedliwego uznania i hołdu. Wśród wieńców, których wszystkich wyliczyć niepodobna, znajdowały się: od krakowskiego Tow. ubezpieczeń od ognia, od wileńskiej reprezentacyi Oskierki i Dmochowskiego, od warsz. Banku handlowego, od filii i reprezentacyi Tow. ogniow. w Kijowie, Charkowie, Moskwie, Wilnie, Lublinie, od zarządu Tow. dobroczynnych warszawskich, od szpitala dziecięcego, od Towarzystwa ubezpieczeń „Rosya“, od Tow. ubezp. „Przezorność“, od jeneralnej reprezentacyi Tow. w Petersburgu. Do ostatniej chwili nadeszły jeszcze z licznych stron kraju dalsze wieńce. Nie zliczyć również wieńców od rodziny, krewnych i przyjaciół.

[illegible] przygotowawczych przez doc. Dra Juliusza Makarewicza. — 6) Austryacka ankieta w sprawie handlu terminowego zbożem przez prof. Dra Antoniego Górskiego. — 7) Studya z dziedziny prawa prywatnego na tle orzecznictwa sądowego. I. Z dziedziny § 371 k. c. przez prof. Dra Fryderyka Zolla (młodszego). —

Drugą część czasopisma tworzy obfity dział recenzyj i sprawozdań, w którym wyróżnia się artykuł prof. J. Brzezińskiego „O ważniejszych objawach ruchu naukowego w zakresie prawa kościelnego z uwzględninieem ustawodawstwa austryackiego.“ Kończą zeszyt referaty z odczytów i dyskusyj na posiedzeniach Towarzystwa prawniczego krakowskiego.

Kraj w ostatnim numerze ogłasza nieznany wiersz Juliana Klaczki: „Elegia na śmierć Justyny Czudowskiej“ (z domu hr. Hołyńskiej), napisany w latach młodości znakomitego autora. Miał wtedy Klaczko lat 15, a przecież wiersz ten uderza dziwną dojrzałością refleksyi i opanowaniem formy. Oto np. jeden ustęp tej elegii:

Stanęli. Oto miejsce wiecznego rozstania!
My powrócim, a Ciebie wieczny grób pochłania.
Dla nas jeszcze zwodnicza szczęścia błyśnie łuna,
A dla Ciebie świat cały — jedna zwarta truna!
A przecież tak niedawno w ulubionych gronie,
Kiedy rączo po czasu ciekącym krysztale,
Hożą, młodą, na miękkiem niewinności łonie
Z żaglem świetnej nadziei, złote życia fale
Nurzały Cię, płynącą, w swoje modre tonie,
I odkryły swe perły, konchy i korale;
A kiedy potem miłość ranek twego maju
Zdobiła chlubnym wieńcem, i niebiańska cnota
Złote berło oddała w twoje drżące dłonie —
Ty, szczęśliwa, błądziłaś wśród ziemi do raju,
Bo przed Tobą i przyszłość świetnem słońcem błysła,
I zbawienia Ci nawet jasna brama prysła!
A wreszcie, gdy po latach pokoju i zgody,
Przemawiając spojrzeniem niemowlę z powicia
Szukało twoich objęć i błagało życia:
Tyś, pośród zachwycenia i szczęścia pogody,
Wszczepiła pocałunkiem życie weń odrazu,
Tak, jak niegdyś Pigmaljon z zachwycenia szału,
W uściskach młodzieńczego ducha i zapału,
Wlał życie swe i duszę w zimny posąg z głazu!

O koncercie Paderewskiego w Rzymie, donosi *Słowo:* Wczoraj dał tutaj koncert w sali św. Cecylii Ignacy Paderewski, który przyjechał z żoną. Koncert Paderewskiego, *il sommo Paderewski*, jak go tutejsze gazety nazywają, jest zawsze wielkim wypadkiem artystycznym. To też wczoraj koncert był jedną, wielką owacyą dla naszego pianisty, który grał na swoim Erardzie. Paderewski grał koncert Bethovena (mi b.) z towarzyszeniem orkiestry, po-

Elektryczność i jej zastosowania.

Odczyty publiczne, urządzone staraniem Tow. Przyrodników im. Kopernika.

3. P. L. Klecki: Telefon i telegrafon. — 4. Prof. Dr J. Zakrzewski: Oświetlenie elektryczne. — 5. Inż. B. Urbanowicz: Tramwaj elektryczny krakowski. — 6. Dr T. Estreicher: Piec elektryczny.

III.

Po dwóch wstępnych odczytach, zaznajamiających publiczność z zasadniczemi wiadomościami o elektryczności, przyszła kolej na przedstawienie zastosowań tej potęgi do celów praktycznych. Zastosowanie jej do przenoszenia naszej mowy w dal, do przenoszenia nas samych, do oświetlania i do ogrzewania aż do najwyższych krańców temperatury — oto program następnych czterech odczytów.

Pierwszy wstąpił na katedrę p. L. Klecki, aby objaśnić nietyle budowę telefonu, ile naukowe zasady, na których polega jego działanie. Prelegent scharakteryzował nader trafnie chwilę dzisiejszą, w której społeczeństwo zajmuje się przedewszystkiem dążeniami artystycznemi, a sprawy naukowe zeszły na drugi plan. Olbrzymiej doniosłości odkrycia naukowe przechodzą bez echa wśród szerokiego ogółu, nawet wynalazki przestały prawie interesować, chyba tak niezwykłe, jak telegraf bez drutu; telefon jest rzeczą codzienną i nie budzi takiego zainteresowania, jakby na to zasługiwał.

Aby dźwięki przenosić na odległość, należy zbudować przyrząd, pozwalający reprodukować drgania, powodujące takie same fale głosowe, jak te, które pierwotnie aparat pobudziły. Taką reprodukcyę najłatwiej uzyskać za pomocą blaszki elastycznej lub błony. Błony zwierzęcej użył Reiss do konstrukcyi pierwszego, bardzo niedoskonałego telefonu, przed czterdziestoma laty, lecz jego aparat potrafił przenosić tylko wysokość tonu, a nie jego barwę; mógł więc reprodukować np. melodyę, lecz słów nie mógł powtórzyć. Dopiero w r. 1876 Graham Bell (a równocześnie prawie z nim Elisha Gray, świeżo zmarły) wynalazł prawdziwy telefon, który przenosił już mowę i który, z niewielkiemi zmianami, do dziś jest używany.

Zasada telefonu Bella jest bardzo prosta. Przed cewką, złożoną z drutu cienkiego, izolowanego, obwiniętego dookoła sztabki magnesowej, znajduje się elastyczna blaszka żelazna, która stanowi odbieracz głosu; pod jego wpływem blaszka drga, przybliżając się lub oddalając od cewki. Wiemy zaś z pierwszego wykładu, że taki ruch żelaza w polu magnetycznem powoduje zmianę rozmieszczenia linij sił, a to znów powoduje prądy indukcyjne w cewce. Te prądy idą po drutach, wychodzących z cewki, do drugiego, zupełnie podobnego przyrządu, który głos oddaje: prądy bowiem indukcyjne, przebiegające przez cewkę, powodują znów przesuwanie się linij sił, czyli zmianę pola magnetycznego, a wskutek tego elastyczna blaszka żelazna jest słabiej lub silniej przyciągana ku cewce, więc drga, tworząc swem drganiem fale głosowe, zupełnie podobne do tych, które pobudziły pierwszą blaszkę do drgań; dźwięki zatem, oddane pierwszemu aparatowi, reprodukują się w drugim zupełnie wiernie, choć z mniejszem znacznie natężeniem.

To jest zasada telefonu Bella; konstrukcyę jego zmieniono nieco, zastosowując do niego różne ulepszenia, które powodowały coraz większą wyraźność i donioslość głosu. Najważniejszem takiem ulepszeniem jest mikrofon, wynaleziony przez Hughesa niezadługo po wynalezieniu telefonu. Mikrofon przypomina nieco swą budową rurkę Branly'ego, o której mówił prof. Witkowski; w aparacie tym prąd przechodzi przez puszkę z kawałkami drobnego węgla (nie opiłkami metalowemi, jak w rurce Branly'ego), a węgiel ten, wstrząsany falami głosowemi, stawia prądowi różny opór, zatem prąd przepływa z bateryi z różnem natężeniem. Gdy skierujemy taki zmienny prąd do wewnętrznej cewki induktora, to w zewnętrznej otrzymamy prąd indukcyjny, o wysokiem napięciu, który można już posyłać na wielką odległość, np. na kilkadziesiąt lub kilkaset kilometrów; do tego byłby prąd otrzymany wprost za pomocą telefonu, za słaby i niewystarczający.

Nowy przewrót w telefonie zapowiada się przez wynalezienie telegrafonu. Przyrząd ten jest w zasadzie niezmiernie prosty, a celem jego jest zapisywanie depeszy, podobnie, jak się zapisuje głos w fonografie. Pomysłem Duńczyka Poulsena, wynalazcy telegrafonu, było zużytkowanie własności magnetyzacyjnych stali. Wiadomo, że miękkie żelazo, wystawione na działanie pola magnetycznego, nabywa własności magnetycznych, które traci z chwilą usunięcia go z pola magnetycznego; stal natomiast zachowuje własności magnetyczne.

Poulsen łączy telefon (lub mikrofon) z maleńkim elektromagnesem, między którego ramionami przesuwa się bardzo blisko drut stalowy. Zmiany prądu, wywołane drganiem głosowem telefonu, zapisują się w sposób magnetyczny na drucie, i to tylko na przestrzeni tuż przy elektromagnesie. Taka zapiska magnetyczna jest bardzo trwała: utrzymuje się na drucie całymi miesiącami. Gdy teraz na odwrót będziemy przesuwać drut taki, „zapisany“, pod elektromagnesem, to ten będzie spotykał na drucie nierówne ilości magnetyzmu, które poprzednio sam wzbudził. Przy każdem takiem spotkaniu będzie się zmieniać natężenie prądu, a te zmiany elektryczne będą się objawiały drganiami dźwięcznemi w telefonie; w ten zatem sposób reprodukuje się głos z powrotem. Można więc w ten sposób powtarzać depeszę telefoniczną prawie nieograniczoną ilość razy; jeżeli zaś wzdłuż drutu ustawimy dowolną ilość elektromagnesów, to będziemy mogli przesyłać taką depeszę równocześnie do dowolnej ilości abonentów telefonicznych. Aparat taki więc mógłby służyć z jednej strony jako fonograf, z drugiej jako rodzaj okólnika czy gazety. Dozwala on jeszcze na cały szereg rozmaitych ulepszeń w telefonii, czemu prelegent poświęcił również kilka słów.

W zakończeniu podniósł p. Klecki, że nauka daje najwyższe zadowolenie nietylko tym, którzy się na jej najwyższe szczyty wdzierają; i tym, którym trudno jest piąć się na jej wyżyny, pozwala w pełni używać swych owoców, i uprzyjemniać sobie nimi życie.

IV.

Następny wykład, prof. Zakrzewskiego „O oświetleniu elektrycznem“, wprowadził słuchaczów w nowy dział zjawisk elektrycznych, i dał im poznać nieznane im dotąd własności prądu.

Wykład swój rozpoczął prof. Zakrzewski doświadczeniem, w którem przepuszczał silny prąd elektryczny przez obwód, w który były włączone cienkie druciki platynowe, następnie naczynie z roztworem siarkanu miedziowego (niebieskiego witryolu miedzi), w którem druty przewodnie kończyły się blaszkami: miedzianą i platynową, dalej elektromagnes, a wreszcie dwa przyrządy do mierzenia prądu, zwane woltmetr i ampermetr. Jeżeli się puści prąd przez taki obrót, to zauważamy, że druty platynowe zaczynają się żarzyć, elektromagnes nabywa siły unoszenia znacznego ciężaru, a w naczyniu z roztworem siarkanu miedziowego miedź wydziela się w stanie metalicznym na blasze platynowej, z blaszki miedzianej zaś ubywa metalu (przy stosownym kierunku prądu); wreszcie na woltmetrze i ampermetrze możemy odczytać cyfry, do których wskazówka dochodzi; w doświadczeniu wykładowem prąd miał 45 woltów i 3 ampery. W czasie doświadczenia wydzieliło się pod wpływem prądu na blaszce platynowej 0·3 grama miedzi. Gdy prąd jest silniejszy, to objawy występują w wyższym stopniu; druty się żarzą silniej, elektromagnes może unieść znaczniejszy ciężar, a miedzi wydziela się w równym czasie więcej, np. przy prądzie o 4 amperach wydziela się w tymże czasie, co wyżej, 0·4 grama miedzi.

Aby sobie uzmysłowić, co oznaczają wolty i ampery, ucieknijmy się do analogii z ruchem wody. Jeżeli mamy zbiornik z wodą, a do niego ustawioną maszynę, która swym obrotem podnosi tę wodę w rurze prostopadłej, to im szybszy jest obrót, tem wyżej wzniesie się woda w rurze. Otóż analogicznie ma się rzecz z dynamomaszyną; na jej biegunach występuje pewien stan elektryczny, różny na każdym z nich, a różnica między tymi stanami, zwana różnicą potencyału, jest zależna od szybkości obrotu zbroi dynamomaszyny. Wysokość, do której została woda podniesiona w rurze, mierzy się metrami; jednostka, służąca do mierzenia różnicy potencyału, zwie się woltem, na cześć włoskiego fizyka Volty, który położył podwaliny pod naukę o prądzie elektrycznym.

Jeżeli w rurze z wodą, o której była mowa poprzednio, zobimy otwór, to będzie nim wytryskiwać strumień, którego wydajność możemy oznaczyć np. ilością kilogramów wody, które przepływają przez przeciąg jednej sekundy. Prąd elektryczny możemy również oznaczyć w analogiczny sposób, np. przez oznaczenie ilości miedzi, wydzielonej w sekundzie lub minucie. Jednostka przyjęta w tym celu, zwana amperem (na cześć francuskiego fizyka Ampère'a), wydziela około 20 miligramow miedzi w przeciągu jednej minuty.— Moglibyśmy także ampery mierzyć siłą, z jaką elektromagnes przyciąga kawałek żelaza: na podobnej zasadzie są zbudowane przyrządy, zwane ampermetrami.

Rura stawia opór przypływowi strumienia wody; podobnie przewodnik, np. drut, stawia opór przepływowi przyciągu elektrycznego. Za jednostkę oporu (zwaną ohmem, na cześć fizyka niemieckiego Ohma) uważa się taki, że różnica potencyału na jego końcach, wynosząca 1 wolt, wywołuje prąd o natężeniu jednego ampera. Jeżeli w tych warunkach prąd jest dwa, trzy itd. razy słabszy, to znaczy, że opór wynosi dwa, trzy itd. ohmy. Opór zależy bardzo od natury przewodnika, więc np. *caeteris paribus* jest znacznie mniejszy w drucie miedzianym, niż żelaznym.

Pracę wykonaną oznacza się w fizyce iloczynem z siły (ciężaru) i drogi, na której siła została pokonaną, więc np. podniesienie 3 kg. na wysokość 5 metrów równa się pracy 15 metrokilogramów.

Jeżeli jednak chcemy wyrazić dzielność czyjąś (np. maszyny parowej), to mówimy, w jakim czasie taką pracę maszyna może wykonać; 75 metrokilogramów na sekundę oznacza się, jako dzielność jednego konia (parowego). Metry w elektryczności mają analogię w woltach, kilogramy w amperach; pracę więc oznacza się w woltamperach, a woltamper, wykonany w sekundzie, zwie się wattem (J. Watt fizyk angielski). 736 wattów równa się jednemu koniowi parowemu.

Jeżeli w obwodzie mamy tylko przewodnik, stawiający opór, lecz niema ani motoru, ani urządzenia, gdzieby się mógł metal, np. miedź, z rozczynu wydzielać pod wpływem prądu, itd., to cała ilość energii elektrycznej zamieni się na ciepło. Jeżeli zatem drut jest odpowiednio cienki, to rozgrzeje się aż do żarzenia, a nawet do stopienia się. Wszystkie ciała, o ile się je rozgrzeje odpowiednio, wysyłają światło, i to tem silniejsze, im temperatura jest wyższa. Dawniej używano do uzyskania światła wyłącznie płomienia, np. płomienia świecy, gdzie cząstki węgla podczas łączenia

Holendrom ich wolność, pozbawiamy się jednocześnie naszej własnej swobody.

---

się materyału świecy z tlenem powietrza, rozżarzały się do białości. Proces taki jest bardzo nieekonomiczny; bardzo tylko niewielki procent energii, występującej w tym procesie, przechodzi w energię świetlną. Daleko korzystniej jest zamieniać energię elektryczną na światło, przez przepuszczanie prądu przez odpowiedni przewodnik. Do tego służą lampki żarowe, „żarówki", w których znajduje się włókno węglowe, połączone swymi dwoma końcami z przewodem elektrycznym. Pod wpływem prądu włókno się rozżarza do białości; aby się zaś nie paliło, jest ta bańka szklana, która tworzy żarówkę, starannie wypróżnioną za pomocą pompy pneumatycznej. Lampy takie wyrabiają na różne natężenie świetlne, od kilku do kilkuset nawet świec.

Jeżeli chodzi o silniejsze oświetlenie, to używa się t. zw. lamp łukowych. Są to dwa pręty węglowe, połączone z biegunami źródła elektryczności; końce tych prętów można ze sobą zetknąć, a wtedy punkt zetknięcia poczyna się żarzyć; gdy wtedy węgle rozsuniemy, to między ich końcami wykona się łuk słabo świecący, same zaś końce rozżarzają się do intenzywnej białości, i wysyłają światło olśniewające, przyczem ulegają powolnemu spaleniu. Wskutek tego odległość między nimi wzrasta, i łuk wkrótce gaśnie. Aby temu zapobiec, skonstruowano rozmaite regulatory, które automatycznie, pod wpływem prądu, regulują odległość węgli, nie pozwalając światłu zagasnąć.

Światło elektryczne jest rzeczywiście wielkim postępem na polu oświetlenia, gdyż dozwala nierównie większy procent energii zamieniać na światło, niż świeca (świeca 0·25%, lampa żarowa 6%, łukowa 42%); ale w naturze znamy źródła światła, np. światełka różnych rodzajów żyjątek świecących (robaczki świętojańskie itp.), w których cała energia zamienia się na światło. Dążenie do osiągnięcia takiego rezultatu będzie zadaniem przyszłości nauki, i miejmy nadzieję, że celu tego uda się dopiąć w XX. wieku.

Wyrażeniem tej nadziei zakończył prof. Zakrzewski swój piękny wykład. *Z. R.*

„Włościan, — ciągnął dalej p. Barwiński w swej odpowiedzi drowi Kosowi — których posądzają, że na mnie głosowali, wykluczają z bractw cerkiewnych, djakom odbierają posady, oraz w ten lub inny sposób usiłują mścić się na nich. Tak wyglądają wolność wyborcza i wolny objaw zapatrywań ludności, głoszone w kraju naszym przez stronnictwa radykalne".

KRONIKA.

Kraków 12 marca.

— **Na odbudowanie wieży klasztoru Jasnogórskiego** złożono: Stefania de Laveaux 20 kor. — ogółem 9.781 koron 37 hal., 212 rubli 95 kop., 12 dukatów i 25 złp. w złocie.

— **Posiedzenie Rady miejskiej** odbędzie się we czwartek dnia 14 b. m. o godz. 5 popołudniu. Na porządku dziennym jest dalsza dyskusya nad taryfami kolei elektrycznej, zatwierdzenie planu na budowę gmachu szkoły handlowej oraz wypłata subwencyi na budowę pomnika Tadeusza Kościuszki.— Oprócz tego rozpisanie konkursu na posadę brandmistrza i wybór trzech członków komisyi konsensowej.

— **Komisya konsensowa** Rady miasta odbyła wczoraj posiedzenie pod przewodnictwem p. prezydenta Friedleina. Konsensów restauracyjnych komisya nie udzieliła wogóle, ponieważ niema ich do rozporządzenia; natomiast udzieliła jeden konsens hotelowy dla hotelu Royal i jeden na dom zajezdny i gościnny p. Chlipalskiego w Rynku kleparskim. Ponadto załatwiła komisya cały szereg spraw o przeniesienie i wydzierżawienie konsensów.

— **Zgromadzenie.** Wielkimi plakatami zwołuje grono osób na dzień jutrzejszy do sali Rady miasta o godz. 6 wieczorem zgromadzenie obywateli. — Na zgromadzeniu tem złożą delegaci jednego z poprzednich zgromadzeń sprawozdanie z posłuchania u cesarza w sprawie opustu należytości od przeniesienia nieruchomości; w dalszym ciągu zgromadzenia przyjdą pod rozpatrzenie przyczyny obecnego zastoju budowlanego.

— **Prof. Karol Larsen**, bawiący od kilku dni w Krakowie, zapadł dość poważnie na zdrowiu, skutkiem czego zamierzony jego odczyt o Danii w czasie wojny w r. 1864 musi odwlec się na razie. Jest jednak nadzieja, że w pszyszłym tygodniu

krótkiej chorobie ś. p. Aleksander Gierymsqi, znakomity pejzażysta,, brat Maksymiliana Gierymskiego, w 52 roku życia. Artysta, od dłuższego czasu już cierpiał na ostrą neurastenię, stał się odludkiem, unikał towarzystwa i objawiał nawet wobec tych, którzy się do mogli zbliżyć, początki choroby umysłowej. Dlatego też od trzech lat szukał ulgi dla swoich rozstrojonych nerwów, na południu, spędzał zimy w Rzymie, gdzie miał pracownię na via Margutta, do której jednak mało kto miał dostęp.

Jedynym jego przyjacielem i opiekunem był zmarły w lecie roku zeszłego elektrotechnik ś. p. Bruno Abakanowicz. U niego to, w Saint-Maur pod Paryżem i na wyspie Plumanach na pobrzeżu Bretanii, Gierymski spędził większą część roku, malując i oddając się samotnym przechadzkom. Kiedy umarł ś. p. Abakanowicz, który zajmował się sprzedażą jego obrazów i dostarczał funduszów, Gierymski odczuł boleśnie tę wielką stratę i stał się jeszcze posępniejszym. Tem usilniej jednak malował teraz i dlatego, w pracowni swojej rzymskiej zostawił piętnaście niedokończonych płócien i widoki z Werony, z willi Borghese, plac del Popolo w Rzymie, rzeczy znakomicie odczute, świetne dowody wielkiego talentu malarskiego, który zwłaszcza we Francyi, w Paryżu, należycie został ocenionym. Jego „Żydzi modlący się nad Wisłą" są w prywatnych rękach w Warszawie.

Córka ś. p. B. Abakanowicza, nie przestała otaczać artysty życzliwością, ale pomimo to, Gierymski w ostatnich czasach, popadł w rozstrój nerwowy. Kilku jego znajomych, młodych malarzy, zajęło się nim tutaj i za ich staraniem umieszczony został w domu obłąkanych, na Zatybrzu, gdzie był otoczony należytą opieką.

Zdawało się, iż choroba się przeciągnie; tymczasem Al. Gierymski umarł prawie nagle, wskutek ataku paraliżu, samotny, tak jak żył tutaj.

OO. Zmartwychwstańcy zajęli się pogrzebem i wywiezieniem zwłok na cmentarz Campo verano. Jeden znanych rzeźbiarzy, p. A. Madejski, zdjął ze zmarłego maskę pośmiertną. W pogrzebie wzięła udział tutejsza artystyczna kolonia. Pokój jego pamięci.

— **Historya o Wenerze z Milo.** Adwokat paryski Cresson, który w r. 1870—1871 w czasie oblężenia Paryża był prefektem policyi w stolicy nad Sekwaną, wydał świeżo książkę, p. t.: *Cent jours de siège à la préfecture de police.* Znajdujemy tam między innemi wiadomość, w jaki sposób słynna, najcenniejsza może rzeźba Luwru paryskiego uratowana była przed Prusakami, choć właściwie Niemcy

ski rektor Uniwersytetu w Krakowie, p. Boniecki, prof. Krzymuski, pani Helena Estreicher; z wkładką 4 koron: panna Helena d'Abancourt; z wkładką 5 koron: Dr Krokiewicz, prof. Bolesław Ulanowski, pani Aleksandra Ulanowska; z wkładką 10 koron: pani Karolowa Pieniążkowa, hr. Tadeusz Dzieduszycki, prof. Józef Milewski, pani Teofila Szumlańska ze Lwowa 17 koron 51 hal., a mianowicie p. Tadeusz Noel z Sosołówki 13 koron 51 hal. i do książki pamiątkowej, znajdującej się u pani Szumlańskiej, wpisali się z wkładką 1 kor. panna Antonina Carlson, panna M. Stroynowska, p. R. Stroynowski i p. Szydłowski; p. prof. Janczewski 13 kor. 74 h.; za pośrednictwem *Głosu Narodu* 32 kor., p. J. Wentzel 6 kor. 60 hal., p. Kazimierz Czapelski 34 koron 75 hal., a mianowicie z puszki, umieszczonej w Banku Hipotecznym 24 koron 75 h., do książki pamiątkowej, zuajdującej się u p. Czapelskiego, wpisali się z wkładką 1 korony pp. Zygmunt Cudziński, Antoni Mondlicht, Józef Węgierski, Marceli Hornicki, Zygmunt Cudek, Adam Margulies; panna Marya Estreicher 13 koron 66 hal., a mianowicie do książki pamiątkowej, znajdującej się u panny Estreicher, wpisali się z wkładką 1 korony: M. E., K. E. i S. E., z Towarzystwa Sztuk pięknych (z 3 puszek) 4 korony 30 hal., reszta z puszek sklepowych pp.: Bazesa, Mendelsburga (kantor), Miłkowskiego, Niesiołowskiego, Zimlera i Porębskiego; p. aptekarz Pawłowski z Nowego Sącza 8 koron, pani Drowa Sabina Skórczewska 16 koron, p. Marya Maksfeldowa z Zakopanego (willa Maryi) 11 koron, za pośrednictwem prof. Józefy Wróblewskiej od p. N. N. 3 korony, za pośrednictwem p. Karola Gniewosza panna Anna Torosiewicz z Putiatyniec 22 koron, panna Kunicka 20 halerzy, p. Herman Seinfeld przegrany zakład 20 koron.

Ogólna suma składki obecnej wynosi 391 koron i złożona została do Kasy Oszczędności miasta Krakowa na książeczkę Nr 155,456.

Ogólna suma składki obecnej wynosi 10,701 koron 31 hal. Wręczona ona została Księciu-biskupowi na odnowienie katedry, jak to już w poprzednich sprawozdaniach umieszczone zostało; 19,258 koron 8 halerzy pozostaje zatem 84,734 koron 25 hal. z wyłącznem przeznaczeniem na odnowienie Zamku na Wawelu.

Następne rozbicie puszek odbędzie się w domu pani Ulanowskiej przy ulicy Garncarskiej l. 15 dnia 27 marca między godziną 4 a 8 popołudniu.

Na ręce p. Ulanowskiej złożył p. Ripper 240 kor., ofiarowanych przez p. Wiktora Fritschla na odnowienie Zamku na Wawelu.

Muzeum Narodowe w drugim półroczu r. z. otrzymało darem następujące przedmioty: Część kolekcyi z wielkim pietyzmem zebranej przez p. Aleksandra Jelskiego w Zamościu w gub. Mińskiej, która to część jest zapowiedzią całego cennego zbioru. Z tej kolekcyi wyróżniają się: Tabakierka Adama Mickiewicza z medalionem T. Kościuszki wraz z dokumentami poświadczającymi jej autentyczność; teka z jedynastu autografami Mickiewicza; pierścień T. Kościuszki z popiersiem tegoż, ofiarowany niegdyś przez

rzeźby z początków XVI w. tryptyk Wita Stwosza ze scenami z życia św. Stanisława, wyjętemi z jednego z bocznych ołtarzy kościoła N. Maryi P., ułożonemi jak wyszły pierwotnie z pracowni znakomitego snycerza, w obramieniu prowizorycznem.

Z dyrekcyi Muzeum Narodowego.

Repertuar teatru miejskiego w Krakowie.

We środę dnia 13 b. m.: *Dyana*, kom. obyczajowa w 4 aktach St. Kozłowskiego (popularne).

We czwartek dnia 14 b. m.: *One* (*Wienerinnen*), kom. w 3 akt. Hermana Bahra.

W sobotę dnia 16 b. m.: *Wesele*, dram. w 3 akt. Stanisł. Wyspiańskiego, (nowość).

W niedzielę dnia 17 b. m.: *Wesele.*

Dnia 11 marca pochmurno; termometr doszedł od +0·2 Cel. do +8·0 Cel., barometr opada. Dnia 12 marca o godzinie 7 rano stan barometru był 735·2 mm., termometru 5·4 Cel. Wiatr zachodni.

We środę dnia 13 b. m.: św. Chrystyny panny.
We czwartek dnia 14 b. m.: św. Matyldy król.

Ruch artystyczny i literacki.

Z teatru komunikują nam: Rozpoczęły się pełne próby z 3-aktowego dramatu St. Wyspiańskiego: *Wesele*, pod kierunkiem p. Walewskiego, przy pomocy autora.

Repertuar poetyczny urozmaicony będzie przez baśń dramatyczną Szekspira: *Burzą*, do której p. Spitziar rozpoczął malować dekoracye.

Pamięci W. Gersona poświęcił ostatni swój numer *Tygodnik illustrowany.* Kartę tytułową zdobi portret zasłużonego artysty, a dalej idzie w długim szeregu kilka najpiękniejszych jego krajobrazów oraz kompozycyj historycznych i rodzajowych. Na szczególne wyróżnienie zasługują: Cmentarz w górach, Gerson na tle przyrody tatrzańskiej, Królowa Jadwiga przyjmująca dary ślubne od posłów Jagiełły, Babunia, szczelina „Kraków" w Tatrach i rama dekoracyjna do pieśni „Bogarodzico". Biografię Wojciecha Gersona napisał Henryk Piątkowski.

Wędrowiec uczcił również w szeregu ilustracyj i artykułów pamięć zasłużonego malarza, podając reprodukcye kilku najcelniejszych obrazów Gersona.

Wreszcie kartę tytułową *Biesiady literackiej*

Elektryczność i jej zastosowania.

Odczyty publiczne, urządzane staraniem Tow. Przyrodników im. Kopernika.

VII.

Dr L. Marchlewski: Elektroliza i elektrometalurgia. — Dr S. Tołłoczko: Chemiczne sposoby otrzymywania prądu. — Dr L. Bruner: Polon, rad i promienie Röntgena.

Trzy te odczyty tyczą się już w znacznej części chemicznych działań energii elektrycznej i na odwrót: wpływu chemicznych procesów na zjawiska elektryczne. Pierwszy z wykładów był poświęcony teoryi i praktyce elektrolizy, to jest działowi, nad którym studya rozszerzyły się w ostatnich czasach w ogromny sposób.

Dr Marchlewski zaczął swą prelekcyę od podniesienia ważności rozwoju technologii chemicznej, tak ściśle związanej z codziennym komfortem; najnowsze swe studya zawdzięcza ona postępom elektrochemii, a specyalnie teoryi roztworów, z którą się najprzód należy zapoznać. Co to są roztwory, tego znajomość zawdzięczamy przedewszystkiem pracom Raoulta, Van't Hoffa i Arrheniusa; nas tu przedewszystkiem obchodzi fakt następujący: jeżeli w pewnej ilości cieczy, n. p. wody, rozpuścimy jakieś ciało, to punkt wrzenia cieczy się podniesie. Przekonano się, że gdy rozpuścimy w wodzie rozmaite ciała w ilości proporcyonalnej do ich ciężarów drobinowych, to punkt wrzenia w każdym wypadku podniesie się o jednakową ilość stopni. Tak się ma rzecz z wieloma ciałami takiemi, jak cukier trzcinowy, gronowy i t. d. Jeżeli jednak rozpuścimy n. p. jakąś sól, to podwyższenie punktu wrzenia jest większe, n. p. sól kuchenna, czyli chlorek sodowy, powoduje dwa razy większe podwyższenie, niżby się można spodziewać. Ztąd wniosek, że drobina takiej soli rozpada się na dwie części, to jest na atom sodu i atom chloru (Na Cl = Na + Cl). Podobnie zachowują się i inne analogiczne ciała, zwane ogólnie elektrolitami; są to sole, kwasy i zasady. Roztwory wodne elektrolitów przewodzą prąd elektryczny, przyczem atomy sodu i chloru, zwane w tym razie jonami, wędrują przez roztwór i wydzielają się na zakończeniach drutów, przeprowadzających prąd, i to chlor na zakończeniu dodatniem, sód na odjemnem. Że w rozczynie niema ani sodu metalicznego, ani chloru wolnego, to jest jasne, gdyż nie zgadzałoby się to ze znanemi własnościami tych pierwiastków; jony więc są to atomy wolne tych ciał, obdarzone pewnymi ładunkami elektrycznymi, sód dodatnim, chlor odjemnym. Prąd przeto nie przechodzi właściwie przez roztwór, lecz jony tylko zostają przyciągane przez elektrody i zobojętniają się z ładunkiem elektrycznym tych elektrod; a zobojętniając się, tracą własności jonów i zamieniają się na drobiny, wydzielając się na elektrodach; w ten sposób elektrolizując sól, otrzymujemy z jednej strony sód metaliczny, z drugiej chlor gazowy.

Z tego widać, że przy zjawisku samej elektrolizy nie wykonywa się pracy chemicznej, lecz tylko mechaniczną, to jest przezwycięża się tarcie jonów o drobiny cieczy; natomiast potrzebna jest praca chemiczna, aby na elektrodzie przeprowadzić jony w drobiny; wymaga to raz większej, drugi raz mniejszej pracy chemicznej. Nie wszystkie jednak elektrolity są tak prosto zbudowane, jak sól kuchenna; kwas siarkowy np. ma wzór chemiczny H_2SO_4, i rozpada się na trzy jony: H, H i SO_4; H i H wydzielają się jako wodór na jednej elektrodzie, na drugiej zaś występuje jon SO_4, który jednak nie może egzystować, i zamienia się wobec wody na kwas siarkowy z powrotem, a równocześnie wydziela się tlen; stąd elektrolizując kwas siarkowy otrzymuje się tlen i wodór, tak, jakby się rozkładało prądem wodę.

Zastosowanie zdobyczy elektrochemii na tem polu wywołało już ogromny przewrót w wielu dziedzinach technologii chemicznej. Tak więc do niedawna otrzymywano w Anglii sodę niemal wyłącznie metodą Leblanca, ze soli kuchennej, za pośrednictwem kwasu siarkowego, węgla i kredy; obecnie metoda ta musiałaby bezwarunkowo upaść wobec metody elektrolitycznej, i tylko sztucznym sposobem, przez utworzenie olbrzymiego syndykatu fabryk sody, zdołano na pewien czas jeszcze powstrzymać wyrugowanie metody dawnej. Metoda zaś elektrolityczna polega na tem, że roztwór soli poddaje się działaniu prądu, przyczem dostaje się z jednej strony chlor, mający wielką wartość handlową, z drugiej sód, który natychmiast wobec wody zamienia się na wodorotlenek sodowy, który w połączeniu z kwasem węglowym, otrzymywanym przez wypalenie wapna, daje sodę. Tę zasadę opracowywano dla praktyki fabrycznej w najrozmaitszy sposób.

Elektrolizę zastosowuje się też do otrzymywania rozmaitych metalów, np. glinu, jeżeli się przepuści prąd elektryczny przez topiony tlenek glinowy; tak więc otrzymuje się również i aliaże glinu z miedzią, mające zastosowanie techniczne.

Prąd elektryczny można otrzymywać z najrozmaitszych rodzajów energii mechanicznej. Jest to sprawa nadzwyczaj ważna, gdyż węgiel mamy tylko w ilości ograniczonej, i należy się spodziewać rychłego jego wyczerpania; cała więc nadzieja nasza w tem, że przyszłe lata doprowadzą nas do intensywniejszego wyzyskania tak mało dotychczas zużytkowywanych sił przyrody, jak siła wiatru, wodospady i t. d.

Wykład swój ilustrował Dr Marchlewski licznemi bardzo, a niezwykle oryginalnie pomyślanemi i wykonanemi doświadczeniami.

VIII.

Wykład prof. Tołłoczki należał do najbardziej zasadniczych z całego szeregu odczytów bieżącej seryi; pobieżne nawet streszczenie tego, co się w nim zawierało, zabrałoby zbyt wiele miejsca, więc dotkniemy tylko najważniejszych punktów wykładu, pomijając mniej doniosłe.

Przedmiotem prelekcyi były „Chemiczne sposoby otrzymania prądu“; chodziło więc o to, czy i jak można zamieniać bezpośrednio energię chemiczną w elektryczną. Weźmy naprzykład taką reakcyę chemiczną, jak rozpuszczanie się cynku w kwasie siarkowym; podczas tego procesu występuje rzeczywiście różnica potencyałów między cynkiem a kwasem siarkowym, co można w ten sposób wykazać, że wkładamy do kwasu płytkę węglową, na którą on nie działa i łączymy ją z płytką cynkową za pomocą drutu; wtedy płynie prąd przez drut, o czem można się przekonać, łącząc drut z dzwonkiem elektrycznym. — Chcąc mieć prąd silniejszy, łączymy takie aparaty, złożone z płytek węgla i cynku, zanurzonych w kwasie siarkowym, po kilka, kilkanaście lub więcej; grupa taka zowie się bateryą, a prąd z niej uzyskany może służyć do takich samych celów, jak prąd z dynamomaszyny, więc np. do elektrolizy, do poruszania motoru, do rozżarzania lamp elektrycznych itd.

Jakim sposobem powstaje ten prąd? Z wykładu Dra Marchlewskiego wiadomo, że prąd elektryczny w cieczach przepływa za pośrednictwem jonów, to jest cząstek, obdarzonych ładunkiem elektrycznym. Stąd można przypuszczać, że po włożeniu płytki cynkowej do kwasu siarkowego odrywają się od niej jony cynku, o ładunku dodatnim, przez co ciecz przybiera ładunek dodatni, a cynk odjemny. Jeśli do cieczy wstawimy drugą płytkę węglową, to jony dodatnie udają się do niej, oddają jej swój ładunek, który po drucie przechodzi do odjemnego cynku; płynie zatem w obwodzie zewnętrznym prąd od węgla do cynku i to się dzieje w sposób ciągły. Siła, która wysyła te jony z płytki w ciecz, zwie się prężnością roztwórczą elektrolityczną; powoduje ona rozpuszczanie się cynku dopóty, dopóki koncentracya jonów w roztworze nie będzie dostatecznie wysoką, aby już dalej nie dopuścić do tworzenia się nowych jonów cynku; różne bowiem stężenie jonów w roztworze, powoduje różną obfitość, z jaką nowe jony odrywają się od płyty cynkowej. Jeżeli zatem — wniosek dalszy — do rozczynu zgęszczonego soli cynkowej wstawimy płytkę cynkową i połączoną z nią drugą podobną płytkę zanurzymy do rozczynu rozcieńczonego takiej soli, a oba rozczyny ze sobą połączymy, naprzykład za pomocą przegrody dziurkowatej, to powstanie prąd, który będzie po drucie płynął od rozczynu rozcieńczonego do zgęszczonego; ogniwo takie zwie się ogniwem koncentracyjnem. Analogiczne zjawisko byłoby, gdyby te płytki były z metalów różnych, o nierównych prężnościach roztwórczych; na tem polegają różne elementy, używane w praktyce, jak stos Daniella, Meidingera itd.

Stos, złożony z płytek cynkowej i węglowej, zanurzonych w kwasie siarkowym, nie jest praktyczny, gdyż po krótkim czasie osłabia się jego siła elektromotoryczna, wskutek wydzielania się wodoru na węglu; wodór zaś na tej elektrodzie powoduje powstawanie prądu, idącego w przeciwnym kierunku, niż prąd, wychodzący z cynku; skutkiem tego jest znaczne osłabienie pierwotnego prądu. Aby więc powstający wodór zniszczyć, dodaje się do elementu jakiegoś ciała, które utlenia wodór na wodę; tak np. gdy dodamy do kwasu siarkowego nieco kwasu chromowego, to dodatek ten oddaje swój tlen wodorowi, i zapobiega wydzielaniu się jego na węglu, czyli tak zwanej polaryzacyi. Zamiast mieć takie ciało w rozczynie, możemy go użyć w stanie stałym; jeżeli więc płytkę ołowianą oblepimy dwutlenkiem ołowia, zanurzymy do kwasu siarkowego, obok płytki z czystego ołowiu, to będziemy mieli dwie elektrody o różnej jakości, i o różnej prężności roztwórczej; połączone drutem, będą one dawały prąd, aż dopóki jony wodoru, wydzielające się na elektrodzie, oblepionej dwutlenkiem ołowiu, nie zredukują go na ołów metaliczny; równocześnie jony SO_4, o których była mowa w poprzednim wykładzie, utleniają elektrodę czystą. Gdy prąd przestanie iść, przepuścimy przez taki element prąd z bateryi, ale w przeciwnym kierunku; wtedy jony SO_4 utlenią ołów metaliczny na elektrodzie pierwszej na dwutlenek ołowiu, a jony wodoru odtlenią utlenioną elektrodę drugę, i wracamy do pierwotnego urządzenia, które znów może dać prąd. W ten sposób skonstruowaliśmy zbiornik, w którym można przechowywać energię elektryczną prądu, zamienioną na energię chemiczną potencyalną. Takie urządzenie zowie się akkumulatorem, i służy na wielką skalę do przechowywania energii elektrycznej. Używane dzisiaj akkumulatory, zbudowane na powyższej zasadzie, nie są jednak dla obecnej techniki doskonałe, i nauka usiłuje wciąż je ulepszyć lub zastąpić lepszymi — jak dotąd, bez skutku.

Prof. Tołłoczko objaśniał swój niezmiernie interesujący wykład licznemi pouczającemi doświadczeniami.

IX.

„Polon, rad i promienie Röntgena“ były tematem, o którym z kolei mówił Dr Bruner. Zjawi-

ska, które były przedmiotem odczytu, mają miejsce, gdy prąd elektryczny przepływa przez gazy między miejscami o różnym potencyale.

Jeżeli gaz znajduje się pod zwyczajnem ciśnieniem, to wyładowanie się elektryczne ma postać iskier, przeskakujących co pewien czas między elektrodami; jeżeli ciśnienie się zmniejsza, to wyrównywanie się potencyałów przybiera inny charakter: gaz zaczyna świecić na całej przestrzeni między zakończeniami drutów doprowadzających elektryczność, a światło daje widmo w spektroskopie, bardzo charakterystyczne, odmienne dla każdego gazu.

Jeżeli ciśnienie jeszcze bardziej maleje, to stopniowo światło gazu gaśnie, a z elektrody odjemnej wychodzą promienie, pobudzające szkło rurki, gdzie się wyładowanie odbywa, do fluorescencyi, to jest świecenia kolorem zielonym; promienie te, odkryte przed 30 laty przez Hittorfa, zwią się promieniami katodowymi. Promienie te mają różne charakterystyczne własności, jak rozgrzewanie ciał, na ich drodze stojących, możność wykonywania pracy mechanicznej (np. obracanie lekkiego wiatraczka itp.), redukowanie ciał chemicznych itd. Nowy impuls do badania ich dało spostrzeżenie Röntgena, że z każdego ciała trafionego promieniami katodowymi, wydzielają się inne promienie (zwane odtąd Röntgenowskiemi), o nader ciekawych własnościach, a mianowicie mające zupełnie inną przenikliwość, niż zwykłe promienie światła. Że zaś działają one na płytkę fotograficzną, przeto zastosowano je do otrzymywania fotografij np. wnętrza ciała ludzkiego, wobec tego, że tkanki mięsne są przeźroczyste, kości zaś nieprzeźroczyste dla tych promieni. Inną ich ciekawą własnością jest to, że pod ich wpływem powietrze staje się przewodnikiem elektryczności, co można za pomocą odpowiednio skonstruowanego elektroskopu wykazać.

Becquerel dostrzegł, że podobne promienie wysyłają niektóre ciała, a specyalnie połączenia metalu uranu; promienie te nazwano promieniami Becquerela.— Głębokie studya nad niemi podjęli państwo Curie, i powiodło im się uzyskać z minerałów, zawierających uran, jeszcze dwa nowe pierwiastki, posiadające tę własność w nieporównanie wyższym stopniu, niż uran; jednym jest rad, drugim polon, nazwany tak przez panią Curie, naszą rodaczkę, z domu Skłodowską. Promienie te są podobne pod wieloma względami do promieni Röntgena, szczególnie promienie polonu; rad wysyła promienie, zbliżone do katodowych.

Cóż to są takie promienie katodowe? Na to istnieje kilka odpowiedzi, kilka hipotez, z których najprawdopodobniejsza na razie jest ta, że katoda wysyła wciąż niezmiernie drobne cząsteczki, obdarzone ładunkiem elektrycznym, posuwające się prostolinijnie. Tem też można wytłómaczyć np. poruszanie się wiatraczka pod wpływem promieni. Co do natury tych cząsteczek, także niema dotąd zgody, lecz cząsteczki te są prawdopodobnie nieporównanie mniejsze, niż atomy; fakt ten obalałby nasze dotychczasowe pojęcia o atomach. Promienie Röntgena są to prawdopodobnie drgania faliste eteru, daleko drobniejsze, niż drgania świetlne; promienie Becquerela wreszcie mają własności bardzo skomplikowane i różnorodne, stąd trudno o nich jeszcze coś stanowczego orzec. Ze jednak z radu wypływają wciąż promienie podobne do katodowych, przeto wypływa z niego wciąż prąd elektryczny, czyli pozornie otrzymuje się z niego wciąż energię, powstającą z niczego. — Fakt ten, nader zadziwiający, sprzeciwiałby się zasadzie zachowania energii, dlatego też ku jego wytłómaczeniu podano cały szereg hipotez, z których jednakże żadna nie jest rozstrzygająca; najciekawsza może z nich, podana przez panią Curie, przypuszcza, że rad rozsypuje się wciąż na owe niesłychanie drobne cząstki, niejako praatomy, obdarzone ładunkami elektrycznymi. Ta kwestya istnienia praatomów potrąca o zasadniczą kwestyę przemiany jednych pierwiastków w drugie, i kto wie, czy wiek XX nie będzie powołany do rzucenia światła na tę sprawę.

Demonstracye zjawisk wyładowań elektrycznych i oryginalnych preparatów pp. Curie ilustrowały odczyt Dra Brunera. *Z. R.*

---

podano na odpowiedzialność redakcyi, a następnie artykuły w tej sprawie zaopatrywano podpisami autorów, do czynnej armii należących.

Jest rzeczą jasną, iż w chwili wskazania autora, poza redakcyą stojącego, stanowisko redaktora do ustawy karnej musi uledz zmianie. Za czyn karygodny, treścią artykułu popełniony, nie może redaktor odpowiadać jako bezpośredni sprawca, skoro sprawcą jest przecie kto inny. Może więc redaktor być pociąganym do odpowiedzialności jedynie o tyle, o ile mu się wykaże, że do ogłoszenia karygodnego artykułu rozmyślnie i świadomie się przyczynił, lub też, że wskutek karygodnego zaniedbania swoich obowiązków popełnieniu przestępstwa nie zapobiegł. W pierwszym wypadku ódpowiada redaktor z par. 7 uk. jako współwinny w przestępstwie artykułem popełnionem — w drugim winien jest tylko przekroczenia prasowego z art. III ustawy z dnia 15 października 1868 Nr 142 Dpp.

To są ogólne zasady.

Ale obok tych ogólnych przepisów istnieje szczegółowy przepis drugiej części par. 222 u. k., który postanawia, iż udzielenie rozmyślne żołnierzowi w czynnej służbie pozostającemu jakiejkolwiek pomocy do popełnienia zbrodni wojskowej jest także zbrodnią z tego paragrafu. Jeżeli tedy pismo drukowe zamieszcza artykuł, pochodzący od żołnierza a artykuł ten stanowi zbrodnię wojskową, natenczas, w myśl zasady, iż przepis szczegółowy uchyla ogólny, redakcya pisma już nie z par. 7 lecz z par. 222 u. k. do odpowiedzialności pociągnięta być może.

A z tego wynikają ważne i stanowcze konsekwencye.

Jakkolwiek zbrodnia z § 222 u. k. popełnia się sposobem współwiny, to przecież nie ma tu zastosowania ani § 5, ani 7 u. k., lecz zbrodnia ta, jako całkiem samodzielne przestępstwo, tak pod względem prawa materyalnego jak i procesowego traktowaną być musi. Z woli kategorycznego przepisu ustawy danie pomocy do zbrodni wojskowej (wszystko jedno prasowej czy innej) stanowi odrębny rodzaj przestępstwa, niezależny od jakości samej zbrodni wojskowej. Z tego powodu powoływanie ogólnych przepisów prawa na taki szczególny, całkiem inaczej unormowany wypadek jest pierwszym kardynalnym błędem. Redaktor, odpowiadający za jakikolwiek cu-

---

prawiać będzie X. biskup-sufragan Nowak.

— **Sekcya ekonomiczna** Rady miasta odbyła wczoraj posiedzenie pod przewodnictwem wiceprezesa prof. Dra Domańskiego. Przewodniczący przedstawił, że zniesienie przystanku przy ulicy Batorego połączone jest z wielką szkodą dla publiczności; wskutek tego sekcya wybrała komisyę, złożoną z prof. Dra Domańskiego i p. Beringera, która przy współudziale dyrektora budownictwa miejskiego p. Wdowiszewskiego i dyrektora kolei elektrycznej p. Mussile zbada rzecz na miejscu, a następnie wnioski swe sekcyi przedłoży.

Sekcya zgodziła się na przedłożony przez osobną komisyę projekt uporządkowania placu około nowego gmachu Towarzystwa przyjaciół sztuk pięknych przy placu Szczepańskim i upoważniła budownictwo do rozpoczęcia robót, tak, aby na dzień otwarcia gmachu były ukończone. Projekt przedłożony zostanie Radzie miasta.

Wreszcie sekcya zgodziła się na urządzenie przystani na Wiśle dla parostatków rządowych powyżej mostu cesarza Franciszka Józefa przy ulicy Podgórskiej pod zastrzeżeniami, poczynionemi przez Magistrat.

— **O. Ledóchowski** został prowincyałem OO Jezuitów. Z tego powodu zamieszcza *Przedświt* następujące wspomnienia jednego z bliskich znajomych O. prowincyała: Przed laty, gdy byłem w Rzymie, zwrócił mi uwagę mój towarzysz podróży na alumnów kolegium niemieckiego w Rzymie: „Widzisz oto w tym szeregu czerwono ubranych kleryków (taki jest strój w tem kolegium), siostrzeńca kardynała Ledóchowskiego“. Wtedy po raz pierwszy widziałem X. Ledóchowskiego. W rok później dowiedziałem się, że wstąpił do OO. Jezuitów. W kilka lat znowu poznałem go już jako kapłana. Ale i wtedy była to zawsze prawie ta sama postać, jak ongi kleryka, nikła i wątła, prawie nie zmieniona przez lata. A jednak w ciele wątłem mieszka snać duch mężnej rodziny Ledóchowskich. Już nie mówię o kardynale, ale dosyć wspomnieć na siostrę O. Ledóchowskiego, która, w Salzburgu mieszkając, niespożyte stworzyła dzieło misyjne niezwykłą swą ofiarnością, zapobiegliwością i wytrwałością. Brat O. Ledóchowskiego, znany ogółowi jako bohater zasady, wolał bowiem szarżę stracić, niż honor chrześcianina naruszyć. X. Ledóchowski i swemi zdolnościami i sprężystością nie odrodził się od rodziny swej, skoro w tak mło-

---

które jej potrzebować będzie. Ale właśnie dlatego można je było uczynić dostępnem dla wszystkich: pasowanie na członka daje tu nie zawód naukowy, ani praca naukowa, jeno sama już świadomość doniosłości nauki i obywatelskie poczucie potrzeby poparcia jej celów chociażby skromnym datkiem materyalnym.

Prof. Balzer obliczał dalej to, co na cele badań naukowych w Polsce łoży się corocznie z funduszów publicznych. Akademia Umiejętności krakowska ma rocznego dochodu około 70.000 złr., Kasa Mianowskiego 48.000 rubli. Dodawszy tu dochód nielicznych i ubogich Towarzystw naukowych i jeszcze mniej licznych fundacyj na cele naukowe, otrzymamy sumę nieprzekraczającą z pewnością 200.000 złr. Na pozór kwota bardzo znaczna, w rzeczywistości nadmiernie szczupła. Żeby znaleść podstawę do porównania przypomnieć warto, że jedna, jedyna akademia w Budapeszcie ma dochodu rocznego 170.000 złr., zatem tyle prawie, ile się na cele naukowe wydaje w całej Polsce, i że sama akademia nauk w Petersburgu rozporządza rocznym kapitałem obrotowym 500.000 rubli. Gdyby zliczyć wszystko, co w innych większych krajach, nawet w tych, które przywykliśmy uważać za zacofane wydaje się na samo popieranie badań naukowych, doszlibyśmy nie do milionów, ale dziesiątek milionów. W obec tych sum dzisiejsza dotacya nauki polskiej prawie, że znika w zupełności. I otóż konkluzya stąd: Nie możemy marzyć o tem, żebyśmy dziś, lub wogóle rychło, wobec przeciwnych warunków doszli do uposażenia naszej nauki dochodem, któryby choć w przybliżeniu wyrównywał tamtym; ale nie powinniśmy także opuszczać rąk, owszem, raczej dążyć do tego, ażeby w miarę możności stwarzać i wyszukiwać nowe źródła dochodu na cel powyższy, i przez to, chociażby w skromnym zakresie, przyczynić się do rozwoju naszej nauki.

Mowca przedstawił następnie obraz prac organizacyjnych około utworzenia Towarzystwa i zabiegów komitetu założycieli około pozyskania jak największej liczby członków. Oprócz agitacyi osobistej, rozesłano około 3.000 zaproszeń do instytucyj naukowych, autonomicznych, humanitarnych i finansowych, tudzież do rozmaitych osób, nie pomijając żadnego zawodu. Do dnia 25 b. m. przystąpiło do Towarzystwa członków czynnych założycieli (wkładka 200 koron) 72, czynnych zwyczajnych (wkładka rocznie 8 koron) 186, wspierających dożywotnich (jednora-

Czas 1901
Nr. 75
1.IV.901

30

Elektryczność i jej zastosowania.

Odczyty publiczne, urządzane staraniem Tow. Przyrodników im. Kopernika.

X.

Prof. Dr N. Cybulski: Elektryczność zwierzęca. — Prof. Dr L. Wachholz: Działanie elektryczności na organizm ludzki. — Prof. Dr Smoluchowski: Pogląd na teorye elektryczności.

Wykład prof. Cybulskiego wprowadził słuchaczów w dziedzinę fizyologii, w której zjawiska elektryczne, napotykane w organizmach zwierzęcych, mają nadzwyczaj wielkie znaczenie. Za pomocą tych zjawisk można wnikać niejako w głębię tkanek i badać procesy, przebiegające wewnątrz nich.

Każdy organizm zwierzęcy lub ludzki, nosi na sobie pewien nabój elektryczny, o którego wielkości nie mamy pojęcia, gdyż spływa on wciąż do ziemi. Wyjątkowo tylko u niektórych osobników ilość wytwarzanej elektryczności jest tak wielka, że za zbliżeniem przewodnika n. p. do powierzchni skóry, wyskakują z niej iskry elektryczne; takie przypadki bywają niekiedy obserwowane, choć bardzo rzadko; zdaje się, że te statyczne naboje nie mają nic wspólnego z objawami życiowymi i powstają głównie przez tarcie skóry, włosów i t. d.

Właściwa elektryczność zwierzęca polega na prądach, przepływających między punktami organizmu o różnym potencyale. Punktem wyjścia badań nad nią było słynne doświadczenie Galvani'ego w roku 1787, w którem spreparowane udka żabie drgały pod wpływem dotknięcia obwodem, złożonym z żelaza i drutu miedzianego. Galvani przypisywał to zjawisko elektryczności zwierzęcej, Volta jednakże wykazał, że elektryczność w tym razie nie jest pochodzenia zwierzęcego, lecz pochodzi z zetknięcia się dwóch metali. Galvani jednak starał się dowieść istnienia elektryczności zwierzęcej, lecz bezskutecznie; dopiero po jego śmierci udało się to wykazać Humboldtowi. Szybki rozwój metod fizycznych pozwolił i do fizyologii zastosować dokładne i czułe aparaty miernicze elektryczne, a postęp w tej mierze zawdzięczamy przedewszystkiem Du Bois Reymondowi.

Dalsze badania wykazały, — że każdy punkt skóry ma różny potencyał, więc złączywszy za pomocą elektrod odpowiednich dwa punkty skóry, otrzymamy prąd, który się za pomocą czułego galwanometru da wykazać. Ogólna zasada w tej mierze jest, że jeżeli w dwóch miejscach skóry mamy nierówne ilości gruczołów, to prąd płynie od miejsca z mniejszą ilością gruczołów, do miejsca z większą. W mięśniach otrzymuje się najsilniejsze prądy, gdy połączymy zewnętrzną powierzchnię mięśnia z jego przekrojem; podobnie i nerw daje prąd, gdy połączymy jego powierzchnię boczną z powierzchnią poprzeczną; prąd w tym razie jest słaby, gdyż nerw przedstawia ogromny opór.

Cóż się dzieje z tymi prądami, gdy tkanka przechodzi ze stanu spoczynku do stanu czynnego, n. p. gdy się mięsień kurczy? Du Bois Reymond wykazał, że w takim razie prąd słabnie, i nazwał ten objaw wahaniem wstecznem. Podobnie i w gruczołach, nerwach i t. d. różnica potencyałów zmniejsza się w stanie czynnym.

Prądy takie są wogóle bardzo słabe, lecz niektóre ryby, jak węgorz elektryczny, sum elektryczny, płaszczka elektryczna, czyli torpedo, mają specyalne „narządy elektryczne“, wytwarzające prąd. Ryby te mogą wedle swej woli dawać rozbrojenia, które się składają z szeregu prądów, trwających razem około ćwierć sekundy; takich prądów, czyli wyładowań ma każde rozbrojenie około 25; napięcie wynosi około 30 woltów. Takich rozbrojeń może ryba dać około tysiąca, poczem się wyczerpuje na czas dłuższy.

„Wahanie wsteczne“ jest oznaką stanu czynnego tkanki, stan czynny mięśnia łatwo jest skonstatować przez jego skurcz; natomiast nerwy, gruczoły i t. d. nie zmieniają się w stanie czynnym i zmianę tę można na nich tylko sposobem elektrycznym wykazać. Taksamo można naprzykład na mózgu wykazać, które części jego są pobudzane do stanu czynnego przez wrażenia zewnętrzne i w ten sposób można lokalizować na nim wrażenia, to jest oznaczać okolice, reagujące na pewne pobudki.

Na odwrót, tkanki podlegają zmianom pod wpływem prądu elektrycznego; przedewszystkiem więc w niektórych razach prąd powoduje przejście do stanu czynnego, skurczu i t. d. Prócz tego w okolicy, gdzie się znajduje elektroda dodatnia, tkanka staje się mniej wrażliwą; w okolicy elektrody odjemnej staje się ona bardziej pobudliwą; ten fakt jest podstawą elektroterapii, gdyż za pomocą odpowiedniego działania prądem, możemy organizm uczynić lokalnie mniej lub też więcej pobudliwym.

Znakomite urządzenia naukowe, któremi rozporządza zakład fizyologiczny naszego Uniwersytetu, pozwoliły prof. Cybulskiemu poprzeć pouczającem doświadczeniem nieledwie każdy punkt wykładu.

XI.

Dotychczasowe wykłady zajmowały się wyłącznie dodatnią stroną elektryczności, jej zastosowaniem do nauk i do przemysłu; prof. Wachholzowi przypadło zadanie odsłonić odwrotną stronę medalu, i pokazać niebezpieczeństwa, na jakie naraża człowieka elektryczność.

Katastrofy piorunowe są stosunkowe częste; statystyka dowodzi, że rocznie około 4000 osób zostaje rażonych piorunem, z tego tysiąc śmier telnie. Osoba rażona piorunem traci przytomność, a po powrocie świadomości daje się obserwować t. zw. niepamięć wsteczną, gdyż ona nie pamięta nawet chwil poprzedzających uderzenie pioruna. Prócz tego objawami, pozostającymi po uderzeniu pioruna jest duszność, szybkie bicie serca, nieokreślony lęk i ból głowy. Objawy porażenia, np. utrata czucia, lub utrata władzy w rękach lub nogach, utrata wzroku lub słuchu przemijają z czasem; na stałe pozostają tylko w takim razie, gdy nastąpią zmiany nerwowe. Prócz tego mają miejsce zmiany lokalne w punkcie uderzenia i opuszczenia ciała przez piorun; są to w lekkich razach otarcia naskórka, sińce, w cięższych rany darte lub tłuczone; prócz tego rany pochodzące z oparzenia. Na ciele rażonych piorunem dadzą się obserwować figury dendrytyczne, tak zwane figury piorunowe.

To można obserwować u osób, które uszły z życiem; na zwłokach osób, zabitych piorunem dają się widzieć powyższe objawy często w daleko wyższym stopniu, tak więc rany są znacznie cięższe: np. otwarcie klatki piersiowej, obrażenie narządów wewnętrznych, jak płuca, mózg itd., połamanie kości i inne.

Cechą charakterystyczną pioruna jest również to, że on często sprowadza zasadnicze zmiany w częściach metalowych ubrania, pieniądzach, kluczach itd., topiąc je lub utleniając; zmiany te mają ogromne znaczenie w praktyce sądowo-lekarskiej.

Wypadki śmierci wskutek rażenia silnym prądem elektrycznym są u nas ogromnie rzadkie, z powodu małego rozpowszechnienia się elektryczności do celów przemysłowych; na Zachodzie i w Ameryce są one na porządku dziennym. Rażenie prądem elektrycznym powoduje objawy, podobne do objawów popiorunowych.

Co do zmian pośmiertnych, to u osób zabitych prądem elektrycznym występuje bardzo rychło tężec pośmiertny; bardzo też rychło pokazują się plamy sine na częściach ciała, najniżej położonych; pochodzi to stąd, że krew nie pędzona ruchem serca, opada do naczyń najniżej położonych w ciele, i przebija przez skórę kolorem sinym; po śmierci od pioruna dzieje się to dlatego rychlej, że krew jest ciekła, więc łatwiej spływa na dół. Poza tem znaleść można wybroczyny na sercu, na błonie opłucnej itd., oraz przekrwienie w płucach i wątrobie, a wreszcie wynaczynienia po obu stronach kręgosłupa.

Co się tyczy kwestyi, jaki prąd jest już niebezpieczny dla życia, to elektrotechnicy uważają za granicę prąd o 500 woltach i 0·1 ampera; to jednakże nie jest potwierdzone praktyką sądowo-lekarską, gdyż znane są fakta, że prądy o słabszem napięciu powodowały już śmierć. Po za tem wiele zależy od takich czynników, jak naprzykład stan skóry, gdyż skóra wilgotna, delikatna, jest wrażliwsza i mniej odporna na prąd od skóry suchej i grubej; wiele też zależy od gęstości prądu, to jest od wielkości powierzchni, przez którą prąd przepływa do ciała. Zresztą wiele bardzo znaczy odporność indywidualna, która jest różna u różnych osób; niektóre stany chorobowe powodują mniejszą odporność na prąd, np. choroba Basedowa, a tak samo i alkoholicy łatwiej ulegają zgubnym skutkom prądu elektrycznego.

Ze względu na otwarcie ruchu tramwaju elektrycznego i możliwość nieszczęśliwych wypadków, spowodowanych prądem, używanym do poruszania tramwaju, podał prof. Wachholz szereg wskazówek, jak nieść pomoc doraźną w takich razach.

Na zakończenie podał prelegent rys historyi zastosowania w Ameryce prądu elektrycznego o wysokiem napięciu do tracenia przestępców, przyczem wykazał przykładami, że taka „elektrodukcya“ nie jest bynajmniej postępem w tej dziedzinie, lecz przeciwnie, jest to jedna z najbardziej barbarzyńskich i nieludzkich kar, która często doprowadza ofiarę do strasznych męczarń i do pozornej śmierci, a właściwą śmierć zadaje dopiero lekarz, wykonywujący sekcyę na „zwłokach“, które jeszcze żyją.

XII.

Szereg wykładów został zamknięty odczytem prof. Smoluchowskiego, zawierającym „pogląd na teorye elektryczności“. — Odczyt ten streszczał rozwój nauki o elektryczności i dawał ogólny rzut oka na fakta, z którymi zapoznaliśmy się w poprzednich wykładach.

Z elektrycznością poznano się w odległych bardzo czasach, pocierając bursztyn o sukno i obserwując przyciąganie skrawków papieru, źdźbełek słomy itd. przez to ciało; stąd też pochodzi — jak wiadomo — nazwa elektryczności, od greckiego elektron (bursztyn). Wiadomo też było oddawna, że bursztyn lub lak potarty dawał elektryczność inną, niż szkło potarte; takie dwa rodzaje elektryczności znosiły się nawzajem. Aby wytłómaczyć zjawiska elektryczne, uciekano się do materyalizacyi ich; przypuszczano istnienie dwóch płynów nieważkich, obdarzonych dziwnemi siłami, zupełnie przenikliwych; przytem ośrodek, w którym się zjawiska odbywały, nie wchodził w rachubę; były to działania na odległość. Franklin uprościł nieco tę teoryę, wskazując, że zamiast dwóch płynów, można przyjąć jeden, a drugi zastąpić brakiem pierwszego; stąd oznaczanie elektryczności dodatniej lub odjemnej.

Nowe komplikacye powodowała konieczność

przyjmowania dwóch płynów magnetycznych, analogicznych do elektrycznych; inne jeszcze trudności spowodowało odkrycie prądów elektrycznych, które posiadały nowe własności, odmienne od tych, które ma elektryczność statyczna. Rozjaśnienie tych kwestyj zawdzięcza nauka Weberowi, w pierwszej połowie zeszłego wieku. Był to tryumf nauki niemieckiej która potrafiła objaśnić wszystkie prawie zjawiska podówczas w elektryczności znane, a nawet odkrytą właśnie indukcyę.

Tymczasem w Anglii gotowała się rewolucya. Torował jej drogę genialny samouk, wielki Faraday. Uczony ten zawdzięczał swe wykształcenie wyłącznie sobie samemu, nie przechodził bowiem systematycznych studyów (był z fachu czeladnikiem introligatorskim), tak więc nie umiał prawie nic matematyki; ta okoliczność z jednej strony nie pozwoliła mu jasno i dokładnie postawić i opracować swych myśli, lecz z drugiej strony spowodowała, że nie mógł studyować prac Webera i jego szkoły, a zatem kierunek ten nie wywarł na jego umyśle żadnego wpływu. Faraday zatem, w przeciwieństwie do uczonych niemieckich, nie uznawał sił, działających na odległość, i nie uważał za stósowne wprowadzać do badań pojęcia mas elektrycznych, których nie można obserwować wprost; natomiast chciał oznaczać działanie elektryczności siłami, które bezpośrednio można mierzyć. Postawił on przypuszczenie, że elektryczność działa w przestrzeni za pośrednictwem eteru, i że w ten sposób potrzebuje czasu, aby działanie przeniosło się na pewną odległość; z przypuszczenia tego wypływa pośrednio istnienie fal elektrycznych, jak to Maxwell dowiódł teoretycznie, a Hertz praktycznie wykazał. Doświadczenia Hertza zadały ostateczny cios teoryom, rozwijanym przez dawniejszych uczonych, a wprowadziły na naczelne stanowisko idee Faradaya, opracowane matematycznie przez Maxwella.

Ten uczony położył największe zasługi około nadania pomysłom Faradayowskim kształtów, odpowiadających analizie matematycznej, i rozszerzył teoryę na zjawiska świetlne, wykazując, że światło nie różni się jakościowo od fal elektrycznych, lecz tylko ilościowo, będąc drganiem eteru, znacznie szybszem, niż drgania elektryczne. — Aby wytłómaczyć akcyę eteru przy przeprowadzaniu fal elektrycznych, Maxwell przypuścił bardzo skomplikowaną budowę eteru; byłyby to niejako komórki, wypełnione cieczą, przedzielone jedne od drugich znacznie drobniejszemi kulkami. Taka budowa eteru pozwala matematycznie wyprowadzić różne jego własności, i jego zachowanie się przy przebieganiu przezeń elektryczności; inna rzecz, że budowa ta jest zbyt skomplikowana, aby była prawdopodobna, Maxwellowi jednak nie chodziło o postawienie przypuszczenia co do istotnego stanu rzeczy, lecz tylko o skonstruowanie (teoretycznie) modelu, pozwalającego na mechaniczne objaśnienie obserwowanych zjawisk, i tego celu najzupełniej dopiął.

Nietylko jednak fizyka teoretyczna skorzystała z rozwinięcia się zapatrywań na elektryczność, skorzystała z tego w ogromnej mierze i chemia, w której główne zasługi położyli Clausius i Arrhenius; o teoryi przewodnictwa elektrycznego w cieczach, była mowa w poprzednich wykładach. — Teorya elektrolityczna przewodnictwa rozszerza się coraz bardziej; tak np. w ostatnich czasach J. J. Thomson wykazuje, że przewodnictwo elektryczności w gazach również polega na obecności jonów, które jednak są około tysiąc razy mniejsze od atomów; dowodzi to więc dalszej podzielności atomów, obalając nasze dotychczasowe o nich pojęcia.

Wreszcie i przewodnictwo w metalach byłoby, wedle najnowszych prac Drudego, również przewodnictwem elektrolitycznem, choć o innym charakterze, niż przewodnictwo elektrolityczne w cieczach.

Od stu przeszło lat pracuje nauka nad rozwojem teoryj elektrycznych, i słusznie może być dumną z olbrzymich postępów, jakie na tem polu poczyniła; a jednak, przypatrując się całokształtowi wiedzy, czujemy, jaką słuszność miał Newton, gdy, po odkryciu grawitacyi, przyrównał się do dziecięcia, które, igrając nad brzegiem niezmierzonego oceanu, raduje się, gdy czasem znajdzie błyszczący kamyczek lub barwną muszelkę.

Na tem zakończyła się tegoroczna serya odczytów, urządzanych przez Towarzystwo Przyrodników imienia Kopernika, a poświęconych elektryczności i jej zastosowaniom. *Z. R.*

Anglii nie jest to wielką klęską, albowiem nie chodziło jej nigdy o stanowcze wpływy w Korei, niemniej jednak jest to charakterystycznym objawem przewagi wpływu rosyjskiego na dalekim Wschodzie.

Aguinaldo.

Przed kilku dniami schwytali Amerykanie zdradą, jak to już telegramy doniosły, Emila Aguinaldo, jednego z najwybitniejszych przywódców powstania filipińskiego. Prasa amerykańska przedstawia go jako prawdziwego bohatera, i wróży z ujęcia Aquinalda zakończenie partyzantki, chcąc przynajmniej w ten sposób przydać trochę świetności niezbyt pomyślnie dla nich prowadzonej walce na Filipinach.

Aguinaldo pochodzi z okolic Manili, głównego miasta wyspy Luzon, a w żyłach jego płynie krew tuziemców z pewną przymieszką chińskiej, liczy obecnie 32 lat. Jako dziecko, przybył do domu pewnego księdza w Cavite, który też zajął się wychowaniem i wykształceniem młodego chłopca. W szesnastym roku życia został Aguinaldo studentem medycyny w Manili. Następnie przesiedlił się do Hongkongu, gdzie zdobył sobie szersze wykształcenie ogólne, okazywał szczególnie zamiłowanie do nauk wojskowych. Podobno służył również w chińskiej armii i flocie. W roku 1896 powrócił do ojczyzny, zorganizował bandę młodych ludzi i rozpoczął partyzantkę przeciw Hiszpanom. Oddział jego coraz to wzrastał, a wrzenie przeciw Hiszpanom poczęło ogarniać wyspę Luzon i cały archipelag. Ówczesny jenerał-gubernator Filipinów, jenerał Polavieja wysyłał przeciw niemu kilkakrotnie siłę zbrojną, ale bezskutecznie. Z końcem roku 1897 traktował z Aguinaldem w imieniu rządu hiszpańskiego gubernator Primo de Riviera, i rzeczywiście okupił pokój za cenę 800 tysięcy dolarów. *Daily Graphic* twierdzi, że z sumy 2 milionów dolarów, przeznaczonych na ten cel przez rząd hiszpański, prawie 800 tysięcy utonęło w kieszeni Primo de Riviery. Za pieniądze, wypłacone przywódcy powstańców, ufundowano w Hongkongu filipińską „Juntę“, związek, mający na celu zwalczanie hiszpańskiego panowania na archipelagu. Z początkiem wybuchu wojny amerykańsko-hiszpańskiej usiłował Aguinaldo nawiązać stosunki

czteroletniej pracy w zawodzie kapłańskim powierzono mu (w r. 1874) urząd proboszcza w Tarnowcu, pow. jasielskiego. Na tem stanowisku przez lat 16 rozwijał obfitą w pomyślne rezultaty działalność około duchowego dobra powierzonych swej pieczy wiernych, oraz około stylowego odnowienia kościoła parafialnego. W uznaniu tej działalności ówczesny biskup przemyski X. Solecki zamianował go wicedziekanem. Nie mniej pożyteczną była księdza Fischera w Dobrzechowie działalność duszpasterska, gdzie (od r. 1884) przez jedenaście lat był proboszczem i gdzie też, dzięki jego zabiegom i staraniom, tudzież przy jego osobistych na ten cel ofiarach, stanął w czasie jego urzędowania nowy kościół, budowla gotycka tak piękna, jakiej równych trudno nawet szukać w naszych wioskach i miasteczkach. W uznaniu jego zasług na polu szkolnictwa, krajowa Rada szkolna wystosowała wówczas do X. Fischera pismo z podzię kowaniem; obywatelstwo okoliczne wybrało go członkiem Rady powiatowej w Rzeszowie, a ludność okręgu wysłała go w r. 1894 do Rady państwa z kuryi IV, w roku 1895 zaś z kuryi V. Także w parlamencie niepospolite przymioty serca i umysłu, pojednawcze usposobienie i bogate doświadczenie zjednały X. Fischerowi ogólny szacunek i poważanie.

X. Karol Fischer, odznaczony w kwietniu roku 1896 nominacyą na kanonika honorowego kapituły przemyskiej, został w roku 1899 gremialnym kanonikiem tejże kapituły i z tego powodu przy ostatnich wyborach do Rady państwa nie ubiegał się już o mandat. Jako kanonik sprawuje X. Fischer urząd radcy konsystoryalnego, egzaminatora prosynodalnego i członka sądu dla spraw małżeńskich. X. biskup Fischer ogłosił także drukiem kilka prac, w szczególności kazania i nauki dla ludu (w 2 t.). Wybór najprz. X. biskupa Pelczara padł zatem na kapłana ze wszech miar godnego położonego w nim zaufania.

— **Towarzystwo imienia Jana Matejki** odbyło wczoraj w południe walne zgromadzenie pod przewodnictwem radcy dworu prof. Dra Maryana Sokołowskiego. Przewodniczący złożył sprawozdanie z czynności wydziału w roku ubiegłym i zaznaczył, że władze uwolniły lokale, zajęte na cele Domu Matejki, od podatku, a uwolnienie to oznacza rocznie kwotę 670 koron; przytem rząd zwróci zapłacone już z tego tytułu podatki w kwocie około 1800 koron. Loterya obrazów na rzecz Domu przyniosła blisko 6000 koron czystego zysku; z taks lo-

rotkiewicz wyjechał wczoraj do Wiednia.

— P. Piotr Stachiewicz, zasłużony artysta-malarz, wyjechał do Rzymu, ażeby tam porobić studya do ilustracyj powieści Sienkiewicza *Quo vadis*. P. Stachiewicz zabawi w Rzymie jeszcze 2—3 tygodni.

— **Walne zebranie Towarzystwa właścicieli realności** odbędzie się we wtorek dnia 2 kwietnia b. r. o godzinie 6 wieczór w sali Rady miejskiej.

— **Z Towarzystwa ogrodniczego**. We środę dnia 3 kwietnia b. r. odbędzie się w sali wykładowej gmachu chemicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego posiedzenie miesięczne krakowskiego Towarzystwa ogrodniczego. Początek o godzinie 6 po południu. Na porządku dziennym sprawy administracyjne i komunikaty członków.

— **Robotnicy budowlani**, niemający pracy, zebrali się dzisiaj przed magistratem w znaczniejszej liczbie.

— **Loterya spożywcza** na dochód zakładu św. Jadwigi, odbędzie się — jak co roku — w ujeżdżalni p. Targowskiego pod Kapucynami, we czwartek o godz. 2 po południu. Zbierania fantów i sprzedaży losów podjęły się łaskawie panie: prof. Browiczowa, Carowa, hr. Dieduszycka, J. Federowiczowa, Hupkowa, Jaworska, del. Laskowska, hr. Laska, O. Mazarakowa, prof. Pareńska, Schneidrowa, L. Wiśniowska, Z. Włodkowa, J. Woźniakowska i G. Zagórska.

— **Kiermasz kwiatowy**. Na cele kiermaszu, z którego złożyliśmy już sprawę, nadesłali w dalszym ciągu: ogrodnik Uklański 12 wazonków, p. Michalska 20 wspaniałych bukietów i p. Freege 20 bukietów.

— **Wynalazki Szczepanika**. W sobotę po południu w Banku dla handlu i przemysłu odbyło się ukonstytuowanie Towarzystwa akcyjnego dla przemysłu tkackiego Szczepanika. W zebraniu wzięli udział pp. Andrzej hr. Potocki, Adam hr. Sierakowski, Adam hr. Starzeński, Paweł Popiel, Leszek Wiśniowski, Zdzisław hr. Tarnowski, radca dworu prof. Dr Jordan, Artur Müldner, Janusz i Józef hr. Tyszkiewiczowie, Józef hr. Miączyński, prof. Leon Mańkowski, Bogusław Bzowski i wiele innych znanych i poważnych osób. Przybył też Jan Szczepanik w mundurze wojskowym i jego wspólnik Ludwik Kleinberg.

Zgromadzenie zagaił wiceprezes komitetu organizacyjnego p. Leszek Prus Wiśniowski i w dłuższem przemówieniu podziękował zebranym za to, że dzięki ich subskrypcyi powstaje nowa instytucya

102/53 IV, 12 32

Wykłady Powszechne

Zima 1904

Promienie widzialne i niewidzialne

Z nazwą promieni łączymy w życiu codziennym nierozłącznie pojęcie światła jasności, oświetlenia, tak że (jeszcze przed kilkunastu laty uważanoby to za dziwaczne, powiedzmy, za absurdum gdyby kto wspomniał) „promienie ciemne albo promienie niewidzialne". A jednak oprócz tych zwykłych, widzialnych, promieni świetlnych znamy w fizyce już od dawna także promienie niewidzialne (Właściwie bardzo ciekawe t.zw. cieplne i pozafioletowe, tylko że istnienie ich i był[y] tylko znane tylko uczonym, nie interesowały szerszego ogółu. I dopiero (Wskutek tego przed 10 laty dokonane nowych rodzajów promieni przez) odkrycia Röntgena i innych (w ostatnim dziesięcioleciu) wzbudziły prawdziwą sensację w najszerszych kołach publiczności, oswoiły nas z pojęciem promieni niewidzialnych (i zainteresowały wszystkich rozmaitemi na pozór cudownemi własnościami (jak n.p. przenikaniem rozmaitych ciał itp.) niepojęcie ... choć właściwie to jak zobaczymy nie jest przecież tak cudownego, i fachowy ... Z temi rozmaitemi prom... niewidzialnemi zamierzamy obecnie bliżej się zapoznać. Na początku z ... właściwie z ... zwykłych promieni świetlnych, które (jednak, dla lepszego zrozumienia musimy część) nam się wprawdzie wydają mniej dziwnemi aniżeli owych promieni R. etc., ale tylko dla tego, żeśmy przyzwyczajeni do zjawisk świetlnych i uważamy je za całkiem naturalne. Przy bliższem badaniu jednak tyle ciekawych spotykamy szczegółów i tyle zjawisk szczególnych, że i to część przedmiotu nie mniej się okażą interesującą.

Właściwie ... obecnie ... (Nie ograniczymy się przytem ... zadowolimy się potrzebnym krótkim okiem na zasadnicze prawa optyki:) Na dzisiaj (stawiamy sobie pytanie: jakie są główne charakterystyczne własności promieni świetlnych (z tego otrzymamy rozmaite wskazówki do osądzenia na czem polegają owych zjaw. świetl.). W dalszym ciągu, następnie zajmiemy się (pojedynczo) kwestyą, od czego zależy powstawanie tych prom... świetlnych, jak w rozmaitych warunkach powstają rozmaite rodzaje światła lub promieniowania w rozmaitych warunkach powstają rozmaite rodzaje światła lub promieni ciemnych. Jednem słowem przejdziemy do analizy widmowej, a następnie dopiero przejdziemy do mniej znanych promieni Röntgena etc.

Chcę zbadać, co to jest światło, musimy naprzód stworzyć sobie ciemność

następnie wpuścimy przez jakiś drobny otwór nieco światła i nad tem dalej będziemy operować.

Otóż (Tak nazywany) promień światła : rozchodzi się w kierunku prostym

~~Żeby~~ Żeby pyłki uwidocznić: tarcza, ... pył

Rzeczywiście „rozchodzi się" i to z prędkością ogromną. Metodami astronomicznymi i fizycznymi, które obecnie wytłomaczyć nie będziemy: 300.000 km

odległość ♁ – ☉ 8 min   na około kuli ziemskiej: $\frac{1}{7.5}$ sek

podczas gdy głos : 33 godzin

~~Właściwie to jest~~ Snop promieni. Właściwie także jeden promień = snop tak blisko że się stykają wzajemnie

Czy nie możnaby zwężyć żeby się stał zupełnie wąskim?

Szpara

Przy zwężeniu rozszerza się i powstają prążki. Zatem nie można zwęzić powyżej pewnej granicy

Tymczasem pominiemy te (rzadkie) zjawiska drugorzędne, ~~nazywamy je~~ te zjawiska uginania, ponieważ nie występują one wyraźnie przy szerszych otworach, a teraz niemi głównie się posługiwać będziemy.

Co się stanie jak ten promień natrafi na jakieś ciało?

Ekran : rozproszenie, odbicie, część pochłonięta, część przepuszczona.

jeśli powierzchnia gładka, to odbicie regularne : zwierciadło

Kąt padania = Kąt odbicia

Zwierciadła płaskie, wklęsłe

Załamaniami według reguły więcej skomplikowanych, tak, iż kąt wpadania > kąta w wodzie

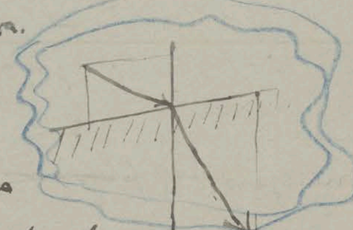


pryzmaty, soczewki etc.
rozszczepienie — zresztą także rozmaite aparaty jak

Otóż nastaje pytanie, z kąd pochodzą te zjawiska załamania i odbicia, albo co naodwrót z nich można wydedukować co do istoty światła.

Wiadomo, że (początkowo) dwie teorye współzawodniczyły w wytłomaczeniu zjawisk optycznych: emisyjna czyli emanacyjna Newtona (1704), według której ~~kąt~~ promień światła składałby się z drobnych cząstek wyrzucanych z ową ogromną prędkością z źródła światła i undulacyjna (Unda = fala) Huyghensa (1690), według której światło podobnie jak głos polega na pewnym rodzaju zjawisku falowania.

Według teoryi emisyjnej odbicie tłomaczy się natychmiast: tak jak kula się odbija od płaszczyzny pod kątem wpadania.



Możnaby także wytłomaczyć fakt załamania przyjmując że woda wywiera siłę przyciągającą na owe cząstki wskutek której zbaczają w kierunku ku niej

Wtedy oczywiście prędkość w wodzie musiałaby być większą niż w powietrzu

Otóż to się okazało nie prawdziwem: prędkość w wodzie tylko 3/4 owej w pow.
Fizeau Foucault 1849, 1850

~~[illegible]~~ Zatem ten jeden fakt obala teoryę emisyjną.

To jeszcze nie dowodem, że druga teorya musi być prawdziwą, ale rozważmy w jaki sposób tutaj możemy zdać sprawę z owych zjawisk.

4) Wskazówką będą nam tutaj inne zjawiska o których wiemy że polegają na falowaniu

Najprostszy sposób wytwarzania fal: na powrozie, tu widzimy także już odbicie od końca przytwierdzonego



sam sznur nie postępuje, tylko stan ruchu

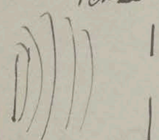
Więcej podobne do zjawisk świetlnych będą już fale wodne



Rozchodzą się od punktu wzbudzającego jak światło we wszystkie strony

Czem więcej oddalone tem więcej płaskie

Także bezpośrednio wzbudzone



Przejście przez szparę

Załamanie w płytkiej wodzie z powodu zmniejszonej prędkości

jak natrafiają na punkt stały to rozchodzą się od niego fale, tworzy nowe centrum

Inne zjawisko ~~falowania~~ ~~[illegible]~~ jak wiemy polega na falowaniu: głos

Znamy wszyscy że także tutaj istnieją zjawiska załamania i odbicia.

Pierwsze rzadziej obserwujemy, tem częściej jednak drugie.

Od ścian pokoju, sali, od skał, lasów, domów odbija się głos, tworząc w odpowiednich warunkach t. zw. echo. (odgłos) Bez tego akustyka sal byłaby bardzo niedobra.

Na tem polega też t. zw. tuba głosowa 

(co prawda że tutaj także wzmocnienie wciąż odgrywa rolę!)

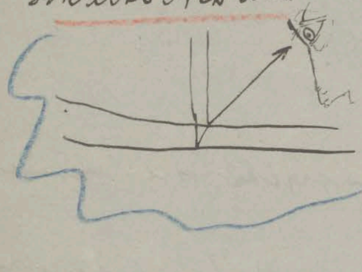
Analogiczny przypadek w optyce: fontaine lumineuse.

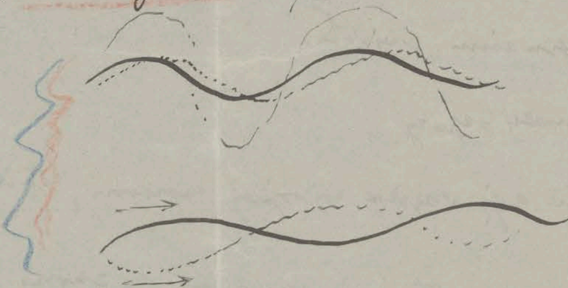
Tak dalece zjawiska wytłumaczone są światła, odbicia i załamania są zatem w zgodzie z przypuszczeniem, że światło polega na jakichś drganiach ~~[illegible]~~ ty. z twoją modulacyjną. Ale ~~[illegible]~~ oczywistego dowodu że tak musi być dostarczają nam dopiero inne zjawiska i tzw. interferencya.

Najoczywistszy (lepiej znany) przykład: cienkie blaszki, błonki

Nafta na wodzie i zabarwienie, w świetle monochrom. ciemno, jasno

Szkiełko Newtona Bańki mydlane, zasada ta sama

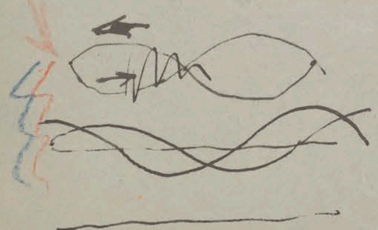




czy ciemność się jasność zależy od tego o ile owe fale ~~[illegible]~~ względem siebie są przesunięte

Tak samo w falach poprzecznych wskutek interferencyi odbitych i padających (tj. w przeciwnych kierunkach się poruszających) ~~[illegible]~~ fal tworzą się „stojące". W węzłach żadnego ruchu

W akustyce to samo. Bezpośredniej analogii do ~~[illegible]~~ szkiełka Newtona nie łatwo odszukać, ale nieco podobna zasada w tworzeniu się fal stojących w figurach Kundta



Jeśli w pewnej chwili zwiążemy na figurę fal poprzecznej ~ v

długość fali

Tak samo odstęp dwóch prążków Kundta

b) = długość fali głosowej

Np tutaj $\lambda =$ $n = \frac{330}{\lambda}$

Tak samo też z szkiełka Newtona mierząc grubość warstwy powietrza można znaleźć

λ dla światła 0·00059 mm

1700 na 1 mm

To jest ogromna różnica ilościowa światła a głosu.

A w czem głównie jej się uwydatnia ?

Przeważnie w uginaniu światła.

Powróćmy do naszej szpary

Dwie szpary nie dają wszędzie podwójnej jasności, tylko prążki jasne i ciemne;



są punkty gdzie wychylenia się znoszą

inne gdzie się sumują

Jeżeli się jedną zakryje to prążki znikają.

W środku oczywiście jasno, potem ku bokom ciemno itd.,

czem większa długość fali św., tem większe odchylenie pierwszego prążka ciemnego $r_1 - r_2 = \frac{\lambda}{2}$

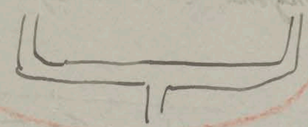
[oczywiście znów znając odstęp ekranu, odstęp prążka od środka można obliczyć długość fali światłej.

odchylenie tem znaczniejsze czem większy stosunek $\frac{\lambda}{b}$

~~to jest~~

~~przez dwa~~ falami wodnemi w dwóch punktach wzbudzonemi

Analogiczne doświadczenie z głosem



dwa otwory przez które głos tej samej piszczałki

wychodzi odpowiadają dwom szparom

w różnych miejscach sali będą miejsca gdzie

słychać sumę tonów i różnicę, obracając cały system obracamy system prążków,

więc w każdym miejscu po kolei wzmacniamy i osłabiamy głos

Jedna drobna różnica: tutaj wprost głos z tych punktów wychodzi,

podczas gdy tam niewidoczny promień który ugięliśmy, a

zatem także wyzyskany tu [takiego rodzaju] interferencyi, a tam ugięciem

Powróćmy do wniosku: czem dłuższa długość fali, czem mniejszy odstęp szpar,

tem większe ugięcie, tem więcej część jasna się rozszerzy

Zatem oczywiście przy zjawiskach głosowych ugięcie bez porównania silniejsze

niż w optyce. Jedna szpara! Dyfuzja światła

To nam tłomaczy pozorną sprzeczność teoryi undulacyjnej z faktem, że głos

nie tworzy promieni. Cienie głosu wcale nie dają się zauważyć.

Poza szparą wąską głos rozchodzi się na wszystkie strony, ale najsilniej

w kierunku prostym. Tuba głosowa!

Ale gdyby można użyć dostatecznie szerokich szpar, olbrzymich ekranów

etc., to byśmy także w akustyce mówili o promieniach głosu.

Więc różnica tylko ilościowa, polegająca na tem że struktura fal świetlnych bez porównania

drobniejsza niż głosowych.

8). Źródło głosu musi być jednakowe --- interferencja drgań.

Dotychczas tylko ilościowe różnice

jedno i drugie falowaniem, ale światło dużo szybsze, dużo mniejsze fale

Czy nie ma różnicy istotnej, jakościowej?

Owszem, przedewszystkiem światło rozchodzi się także w próżni, głos tylko w powietrzu, lub innych ciałach gazowych, ciekłych, stałych. Drgania eteru lub elektromagnet.

Ale przedewszystkiem: Zjawiska polaryzacji. Stanowią zasadniczą różnicę.

2 Turmaliny lub 2 Nicole   Polaryzator, Analyzator

Otóż powiadam: dowodzą nam te zjawiska że światło polega na drganiach poprzecznych, i w tem się różni zasadniczo od głosu który polega na drganiach podłużnych.

Wychylenia albo w kierunku albo poprzeczne

~~Wych~~ Przy głosie wychylenia odbywają się w kierunku rozchodzenia się głosu (np. w piszczałkach) wskutek czego powstają zgęszczenia i rozrzedzenia powietrza.

Podobnie jak to ilustruje sznur kauczukowy drgający wzdłuż. lub sprężyna

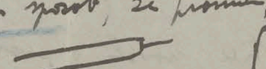
Drgania falowe tylko, nazwane wywołanie zgęszczeń i rozrzedzeń.

Takie drgania podłużne są zupełnie symetryczne ~~w kierunku~~ z wszystkich stron promienia. Z wszystkich stron promień jednakowo się ... Nie mogą okazać polaryzacji. Rzeczywiście nie ma w akustyce

Tymczasem drgania poprzeczne (jak fale wodne lub sznurowe) (gdzie wychylenia ⊥ promień) mogą się odbywać w różnych kierunkach ⊥ promienia.

Istnienie zjawisk polaryzacji dowodzi zatem ~~[illegible]~~ że światło drgania poprzeczne.

Ów eksperyment zatem objaśnić w ten sposób, że promień naturalny = drgania w wszystkich kierunkach, z których przez polaryzator



Analyzator

Jakiego rodzaju te falowania tego już bliżej nie bylibyśmy rozstrzygnąć, teorya elastyczna elektromagnetyczna.

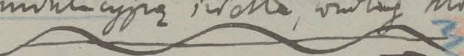
które w większości albo jeszcze przytaczamy (1

37

Wynikiem ostatecznym naszych rozumowań i doświadczeń ostatniego razu był wniosek co do istoty promieni świetlnych.

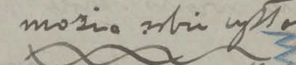
Wnioskowaliśmy że dawna teorya emisyjna Newtona musi być fałszywą t.j. że światło nie może polegać na cząstkach drobnych wyrzucanych z ogromną prędkością, ponieważ ~~[illegible]~~ ta teorya mogłaby ~~[illegible]~~ wytłomaczyć zjawiska załamania ~~[illegible]~~ tylko gdyby prędkość światła w wodzie była większą niż w powietrzu. Tymczasem rzecz się ma przeciwnie.

~~[illegible]~~ Przyjęliśmy zaś teoryę undulacyjną światła, według której światło



polega na rozchodzeniu się zjawiska falowania, podobnie jak fale wodne.
Że to się zgadza ze istnieniem ~~zjawiskami~~ i załamania odbicia (~~[illegible]~~ przyjęliśmy) dzięki analogii ze ~~a przyrząd do~~ zjawiskami fal wodnych i głosu. Uzupełniamy obecnie jeszcze szeregiem doświadczeń, okazujące że załamanie ...

Bezpośrednim dowodem dla istnienia fal świetlnych tworzą zjawiska interferencyi i ugięcia. Tylko wtedy można sobie wytłomaczyć



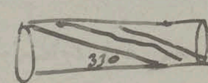
że w pewnych przypadkach ~~[illegible]~~ dodanie jednego promienia świetlnego do drugiego może wytworzyć nie powiększenie jasności tylko w pewnych punktach (lub barwy) ściemnienie, wskutek czego powstają ciemne prążki. –

Wspomnę, że doświadczenia odpowiednie może łatwo każdy wykonać sobie w domu bez skomplikowanych przyrządów.

Interferencyę cienkich blaszek obserwować można w barwach bańkach mydlanych lub nakładając dwa szkła jedno nad drugiem i ściskając | Barwne prążki, w ogniu światła żółtego sól pole sodu

Ugięcie: szpara w blaszce staniolowej

2) Tak dalece sięga analogia studyi ze zjawiskami głosu, tylko że fale głosowe w porównaniu dłuższe, wskutek tego w porównaniu silniejsze uginanie, tak że rzadko kiedy spotkać można „promień głosu".

Różnicę zasadniczą stanowią zjawiska polaryzacyi światła, do których nie znajdujemy żadnej analogii w akustyce. Polaryzacya występuje bardzo ogólnie ~~przy pr~~ częściowo już przy odbiciu i załamaniu, jeszcze lepiej gdy światło upada na kryształy podwójnie załamujące. Używaliśmy ostatnim razem tzw. Nicolów, [bardzo używanych płytek turmalinu albo] wyciętych z ~~xxx~~ kryształów spatu islandzkiego. Zamiast tego też prosty przyrząd, który każdy sam sobie może skonstruować: stos płytek szklanych np. szkiełek mikroskopowych umieszczony pod kątem  w rurce.

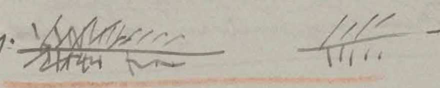
Nastawiając dwie takie jedną poza drugą to dziwne zjawisko: mimo że każdy z nich przezroczysty przedziera oba razem wzięte stają się nieprzezroczyste gdy nastawione nie równolegle ale ⊥.

Takie światło które przeszło - - nazywamy „polaryzowanem".

~~Resumé~~

~~Uprzytomniliśmy sobie jeszcze raz pokrótce tak rozumowania, które nas [ostateczny wynik do którego doszli] różne doświadczenia otrzymane i ogólny~~
~~naprowadziły ostatecznie do wniosku że światło polega na zjawisku falowania pewnego.~~
~~Sam fakt odbicia i załamania światła da się wytłumaczyć na podstawie, że~~
~~promień światła składa się z drobnych cząsteczek wyrzucanych tak samo dobrze jak~~
~~pod przyjęciem że światło polega na zjawisku falowania (podobnie jak fal wodnych)~~

t.j. że okazuje ~~[illegible]~~ /nierówne/ własności ~~[illegible]~~ w różnych kierunkach prostopadłe do promienia. 3
38

Jest to jedyna możliwość, jeśli przyjmiemy, że światło spolaryzowane = drgania poprzeczne w pewnej płaszczyźnie. Światło naturalne także drgania poprzeczne, ale we wszystkich możliwych kierunkach n.p. 

Przy tej sposobności dostaliśmy odpowiedzi na 2 pytania, które otrzymaliśmy:

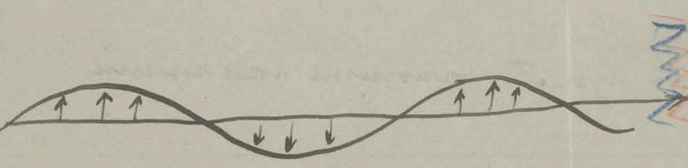
2/. Jak ...

Regularność budowy, struktura kryształów ; Okazywaliśmy jako fale poruszające przechodzą przez szparę równoległą do kierunku drgań; a nie przechodzą ⊥ taki przyrząd polaryzujący ~~xx~~ działa podobnie. N.p. turmalin tak jak gdyby ~~[illegible]~~ ~~xx~~ składał się ze słupków równoległych do osi i przepuszczał drgania w kierunku tej osi się odbywające.

Wogóle wszystkie własności fizyczne, twardość, sprężystość, /łupliwość/ łamliwość etc. i także własności optyczne różne w różnych kierunkach kryształu.

Rozdarcie kawałka papieru w dowolnym kierunku, kawałka płótna w jednym z dwóch ⊥ kierunków.

1/.



Jeśli zaś zobaczymy że to nie oznacza wychylenia cząstek eteru lecz jest rysunek wzięty przenośnie oznaczający wielkość siły elektrycznej to nazywamy to falą elektr. i ona się rozchodzi tak że te miejsca zmieniają swe położenie.

4)

Obecnie przechodzimy do nowego zagadnienia.

Zbadać rozmaitości rodzajów promieni świetlnych i / Wspomnimy się pomoc

~~W czem się różnią rozmaite rodzaje światła t.zw. barwy światła~~ i jakie są

wszystkie znane rodzaje drgań świetlnych i w czem one się różnią od siebie

~~sprawy drgań światła barwnego : 1). jaskrawość 2)~~

~~Przedewszystkiem przypomnimy sobie że się okazuje dla jaskrawości barwy dość~~

Odbicie niezależne od barwy

Załamanie zależy od barwy : czerwone mniej załamane niż niebieskie

przy tem jasność nie wpływa wcale

Możemy zaraz z góry uczynić pewne przypuszczenie, o którym pokażemy że się potwierdzają

W czem się różnić mogą rozmaite ~~linii falowe~~ rodzaje światła a więc linii falowe ?

1). Wysokość, wielkość wychyleń oznacza natężenie światła

2). Długość fal rozstrzyga dla barwy

Zbadamy jak się to przypuszczenie potwierdza w dawniej omawianych zjawiskach ~~przechodząc rozmaite~~

Według teorji undulacyjnej musimy zatem przyjmować że czerwone mniejszą

różnicę prędkości por./wodę niż niebieskie.

Podobieństwo do ruchu fal wodnych jeśli czerwone większe fale

niebieskie mniejsze fale

Napuszczając białe światło na pryzmat równocześnie rozszczepienie

otrzymujemy „widmo"

Kolory tęczowe ; wszystkim tęcza powstaje skutkiem załamania w kroplach

czerw. najmniej załamane; deszczu czerwone zewnątrz niebieskie wewnątrz

8° Już Newton twierdził że to co nazywamy światłem białem składa się z rozmaitych barw, które pryzmat rozkłada, jakby wachlarz na zmieniające się ich stopnie. 6.

Ale nie od razu uznawano to za prawdę; czy pryzmat nie zmienia barwy? możemy to okazać poddając taki promień np. czerwony drugiemu załamaniu albo nastawiając drugi pryzmat ⊥rnie: zmienia się kierunek ale nie barwa, uważamy zatem to za promienie, które nie mogą zostać rozłożone, za jednobarwne promienie.

Wobec tego oczywiście światło białe złożone, można znów z powrotem otrzymać, zapomocą zmieszania promieni [illegible] przez soczewkę.

Zamiast tego wystarczy też zmieszanie pewnych dobranych barw N.p. czerwone i zielone, lub żółte + nieb. nazywamy to barwami dopełniającymi.

Można to urzeczywistnić też zapomocą krążka barwnego wirującego.

Nie można by jednak mieszać barwików w ten sposób, otrzymałoby się rezultaty zupełnie inne. Np. czerwone + zielone = brunatne prawie czarne

Z czego to pochodzi? Barwik działa podobnie jak szkiełko barwne: jak sito, które pochłania wszystkie promienie z wyjątkiem tych, których ma barwę. zatem czerwone szkło a pod tem zielone absorbują wszystko światło.

Podobnie ciało zielone w czerwonem świetle wydaje się czarne [w] żółtym płomieniu Bunsena

Barwy barwików powstają przez zniszczenie pewnych rodzajów światła, zatem czem więcej barwików zmieszamy, tem słabsze ogólnie [ciemniejsza barwa] światło, ważne to dla malarzy. Chcąc otrzymać barwy bardzo jasne, świecące, silne, można postąpić tak: dodając

6) światła rozmaitych barw w odpowiedni sposób: stawiając obok siebie plamki barwne: technika pointillistyczna, z wspaniałe efekty światła, jakich przez mieszanie nie możnaby nigdy osiągnąć.

Załamanie nie jest jedynym środkiem do rozłożenia światła białego w składniki. Pozpowszechnionym sobie zjawiska interferencji i ugięcia. Oba sposoby są używane do analizy barw, szczególnie ugięcie.

Ostatnim razem jedna, dwie szpary.

Wiele jaskrawsze jeśli użyjemy całego szeregu szpar t.zw. siatki

Siatka druciana

Siatka Rowlanda: kreski diamentem narysowane w równych odstępach.

Aż do 1700 na 1 mm   dokładność odstępów: 0·000 000 01 mm

Podobnie perłowa macica, odcisk (odciski, fotografie)

Całe widmo przedstawia nam obecnie jeden taki prążek

Wiemy już że położenie tych prążków może posłużyć do zmierzenia długości fal

Najdogodniejszy sposób właśnie za pomocą takiej siatki.

Pokazuje się że tutaj barwy rozłożone w stosunku długości fal:

najmniej odchylone: najkrótsze fioletowe, najdłuższe czerwone

zawsze w ten sam sposób, wyrażając jakiej będź siatki: widmo normalne

~~...~~ podczas gdy widmo pryzmatyczne zależy od substancji z której pryzmat się składa.

zatem także promienie ciemne zupełnie podobne do światła

~~światło tylko przez ich rodzaj przypadkowo taki że widzimy~~

Promieniowanie ciepła od pieca etc.

Takie same wszystkie własności ręki

~~Roztwór J w CS_2 zupełnie~~

Odbicie (.. ..)

Załamanie: pryzmat, soczewka skupiające, zupełnie przez roztwór CS_2 – J;

zatem przezroczystość ściana, woda!

także interferencja udowodniona

zjawiska już z widma dyfrakcyjnego

polaryzacja

Dla części pozafiołkowej metody drugie są czulsze, także ostatnie fotogr. i oczywiście taki sam rezultat

A zatem światło = pewien rodzaj promieniowania cieplnego

Ciało wysyła prom. cieplne, przy niższej temp. tylko długie, z podniesieniem coraz więcej coraz krótsze

Granice widma pozafiołkowego, pozaczerwon., fale elektryczne.

$$\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{\left(\frac{g\lambda_1}{2\pi} + \frac{2\pi T}{\rho\lambda_1}\right) \operatorname{tg\,hyp} \frac{2\pi h_1}{\lambda_1}}{\left(\frac{g\lambda_2}{2\pi} + \cdots\right) \operatorname{tg\,hyp} \frac{2\pi h_2}{\lambda_2}}$$

$$\frac{T}{\lambda^2}$$

czem dłuższa fala tem większa
różnica w prędkości w płytszej i
głębszej wodzie, zatem tem większy
wpływ załamania

Resumé

Odbicie bez barw

Załamanie ~~z barwnemi~~ [pryzmatycznemi] szkiełkami: rozmaita zdolność załam. dla światła rozn. barw

jasność nie wpływa, mogą się różnić tylko długością fali

Analogia hydromechaniczna

Białe światło rozszczepione, właściwie rozkład: drugie załamanie nie zmienia barwy
tylko kierunek, więc nie dodaje nic

odwrotnie złożenie światła białego | ale nie barwiki! barwik tylko jak sito
kolory tęczowe, tęcza wtórna   barwy uzupełn.   rozmaite barwne przedmioty w świetle
Widmo pryzmatyczne zależne od rodzaju pryzmatu | do oznaczenia: linie Fraunhofera

Czy właściwie różnica tylko w λ? zmienność długości

N. p. prążki Newtona

uczynienie sporu, światła   te są uporządkowane wedł. długości

więc określić barwę przez λ; dane dla λ, granice widma, ~~[illegible]~~ [końce] czerw. i fiołk.
lepiej występuje po oddziel. reszty

~~[illegible]~~

Różne wrażliwości oczy ludzkich, ślepota barw

Co po za końcem czerw. i fiołk.?

~~[illegible]~~ Radiometr
Ogniwo termoelektr. } wszędzie ~~[illegible]~~ wykazuje ogrzewanie promieni załamania w pozaczerw. widma słonecznem
fotografja pozafiolk., fosforescencja
ożywienie = fotochemia

Otóż jakie granice?

czerwone 0·82 – 0·62
żółte – 0·56
zielone – 0·50
niebieskie – 0·45
fiołkowe – 0·38 μ



Których spotkanie części ostatniej fiołkowej okiem wypuszczamy i zobaczymy resztę jaskrawą. Nasuwa się pytanie co po za tem? Czy tu rzeczywiście koniec?
Wszak znamy rozmaite wady oka ludzkiego, niektórzy nie rozróżniają czerw.-zielon. może ~~my~~ istnieją promienie jeszcze po za tem, a tylko my ludzie na nie ślepi?

Rzeczywiście łatwo pokazać że tak jest.

Ekran pokryty sinkiem platynobarycznym fluoryzuje
tak samo fluoresceina
Łatwo pokazać za pomocą fotografii
Właśnie owe promienie działają najsilniej na płytę fotogr., podczas gdy czerwone bardzo mało.

Tak samo powodują energicznie inne procesy chemiczne

Np. $Cl_2 + H_2 = 2\,HCl$ łączą się światłem pod wpływem najsilniej niebiesko-fiołkowych

Dla tego też nazywamy je czasami promieniami chemicznemi, lecz lepsza nazwa promienie pozafiołkowe. ~~Jakie prom~~ Na inne zjawiska chem działają najsilniej inne rodzaje.

Br + Toluol następuje w zielonych Chlorophyll

Zdaje się że nasze widzenie także polega na takim procesie chemicznym i tutaj światło to pewne rodzaje ~~światła~~ promieni są najlepsze

41 7

8) Tak poznaliśmy nowy rodzaj promieni: niewidzialne poza fioletem

Czy to coś zupełnie różnego od światła? Odbijają, załamują się, (fotografia)

widzimy także, że zjawiska analogiczne, zatem spektralnie fotograf ~~czyli łatwo okazać że pod wszystkimi~~

względami zupełnie tak samo jak światło tylko mniejsza długość fali.

Wielkość najmniejsza widma

Zbadano aż do 0·100 μ (co prawda że przy danym otworze wówczas powinni szkło i powietrze pochłania je, zatem kwarcowe soczewki, w próżni).

Co z drugiej strony widma?

Tutaj promienie o dłuższej długości fal. Także fotografia ale nie za pomocą wszystkich płyt fotogr. tylko promieniami substancjami zaprawione. (Sensibilisator)

Wygaszenie fosforescencji.

Inne lepsze także są inne metody:

Radiometr (młynek świetlny) polega na ~~tle co światło~~

bardzo skomplikowanych przyczynach.

Crookes

Obecnie tę metodę ogromnie udoskonalono, zawieszając skrzydełka miki na włóknie kokonowym i mierząc wychylenie sposobem zwierciadła

Odbija na wszystkich ogrzewających promieni.

Także światło promienie ogrzewają jak można pokazać za pomocą termometru

Albo jeszcze lepiej (czulszych instrumentów do mierzenia temperatury) bolometru lub stosu termoelektrycznego.

Ten wpływ ogrzewający także poza końcem czerwonym, zatem promienie same podczerwone ogrzewające: nazywamy je często promieniami cieplnymi

ale także nie dobra nazwa bo także światło grzeje.

#. Otóż także te promienie tak samo się zachowują jak światło

~~Odbicie od zwierc.~~ Rozchodzą się w liniach prostych

promieniowanie ręki przerwane przez ekran

odbicie od zwierciadła

Zwierciadło wklęsłe 

Załamanie w soczewkach oparte pryzmie, skupienie w ogniskach, rozszczepienie

Przy tem jednak zauważyć należy, że przezroczystość dla tych promieni inna aniżeli dla światła np. woda absorbuje

I, CS_2 albo Ebonit przepuszcza.

Także interferencya, ugięcie (siatka!) polaryzacya.

To zatem drugi rodzaj promieni niewidzialnych; granice widma w długości których skonstatowano: 0·82μ – 60μ

Porównanie z akustyką

ugrzewający przezroczyste są NaCl, NaFl, KCl, ale także te już nie przepuszczają w dłuższych pro–

Wszystkie te różne promienie stanowią zatem tylko ~~rodzaj~~ zjawiska falowania różnej długości fal, i różnią się co do sposobu jak je dostrzegamy.

~~W~~ Obecnie uważamy je za fale elektryczne, więc nasuwa się porównanie z falami elektrycznemi co do zachodzących różnic. Fale elektr. posiadają długości km – m –

6 mm (Lebedew, Lampa) najkrótsze dotychczas zmierzone. Niewątpliwie uda się przy wydoskonaleniu aparatów wytworzyć także jeszcze krótsze.

~~Wszystkie z dziedziny zatem~~ Także fale elektr. (istotnie wywołane) tworzyć mogą promienie, więc należałoby także te zjawiska jeszcze omówić jako inny rodzaj promieni niewidzialnych, ale wkroczylibyśmy tu w dziedzinę elektr. i byłoby niemożliwem ująć wykończenie bez poprzedzających studyów elektr.

Radiometr w promieniach, widmie

Stos termoelektr. w widmie

Promieniowanie ręki blaszki żarzącej się

woda, szkło, ebonit, CS_2, sól kuch.

Zwierciadła wklęsłe

Załamanie: koncentracja promieni przez soczewkę

zapałka

papier wrażliwy

$J + CS_2$

Kula ogrzana pa papier wraż.

Widzieliśmy zatem, że oprócz zwykłego światła istnieje ogromna rozmaitość innych promieni, ciemnych, zupełnie podobnych do światła i różniących się jedynie co do długości fali, albo ściślej, że istnieją promienie ~~[illegible]~~ wysyłane przez ciała ogrzane najrozmaitszych długości fali; od 60μ aż do – 0·1μ ~~z których~~ które wszystkie mają własności cieplne, wszystkie wpadając na ciało w którem zostają pochłonięte, ogrzewają to ciało, a oprócz tego także niektóre mają specyalne inne własności tak np. wywołują procesy chemiczne działając na płytę fotograf. a niektóre z nich [0·8 - 0·4] wywołują procesy chem. w oku ludzkiem, skutkiem których ~~otrzymujemy~~ ~~[illegible]~~ doznajemy ~~[illegible]~~ uczucia zjawisko światła. Te ostatnie nazywamy światłem.

Nacisk kłaść na te skutki cieplne

Otóż nasuwa się pytanie od czego to zależy, jakie promienie ciało jakieś wysyła? Czy zawsze wszystkie rodzaje czy czasami jedne, innych nie? I to kwestya którą obecnie jeszcze nieco bliżej się zajmiemy. Wiadomości podstaw. praw zasadniczych

Zjawiska tutaj zachodzące i prawa poznane głównie dzięki badaniom Kirchhoffa i Bunsena, a [illegible]

Przedewszystkiem należy tutaj wspomnieć o ważnem ogólnem prawie odkrytem przez ~~Kirchhoffa~~, że ~~wysyłanie~~ zjawisko wysyłania promieni zależy od 1). jakości ciała 2). od jego temperatury co do 1) w najbliższym związku jest ze zjawiskiem pochłaniania. Mianowicie że ściśle te ciała które ~~[illegible]~~ silnie pochłaniają

promienie, te same promienie także stosunkowo silniej wysyłają, aniżeli (te szczególnie) inne ciała tej samej temperatury.

Jak nazywamy ciało, które wszystkie promienie na nie upadające pochłania?

Czarnem. W przeciwstawieniu do ciała przezroczystego, białego i zwierciadła.

Otóż właśnie czarne ciało najsilniej promieniuje przy podniesieniu temperat.

Rurka szklana z kawałkiem węgla i gipsem

Blaszka platynowa poczerniona częściowo

~~[illegible]~~ Otóż co do pochłaniania promieni rozróżnić należy przedewszystkiem dwa przypadki. Mianowicie gazy ~~[illegible]~~ pochłaniają tylko promienie pewnych określonych długości fali, a dla innych rodzajów są zupełnie przezroczyste.

Skutkiem tego jest że te gazy przy ogrzaniu nie będą wysyłać żadnych promieni z wszystkich ~~także tylko owe pewne promi~~ właśnie owych pewnych rodzajów. To znaczy w widmie okażą się tylko pewne jasne smugi: widmo liniowe, o którym następnym razem obszerniej.

Dzisiaj zajmować się będziemy ciałami stałemi: Ciała stałe nigdy nie są zupełnie przezroczyste, ~~tak~~ tak samo jak i ciekłe. Szkło, lód (nawet w lodowcach) woda w dostatecznie grubych warstwach pochłaniają wszystko.

Zatem nie ma w widmie ciał stałych lub ciekłych ogrzanych miejsc zupełnie ciemnych tylko jest to widmo bez przerw: widmo ciągłe.

Jak za pomocą analizy widmowej rozstrzygnąć jaki stan skupienia.

~~[illegible]~~ Krzyształowo następnym razem obszerniej jak widmo gazów wygląda, tym razem tylko wspomnę o [illegible]

wszystkie tej ~~...~~ zasady w astronomii. Istnieją na niebie oprócz gwiazd mgławice, jasne plamki dające się niekiedy niektóre już gołem okiem widoczne, inne teleskopem. ~~Używając teleskopów o wielkiem powiększeniu pokazało się że niektóre z tych mgławic~~ stanowią właściwie tylko skupienia wielkiej ilości gwiazd, tak bliskich i małych że pojedyńczo nie możemy ich rozpoznać. Pytanie czy nie ~~wszystkie tak samo~~?

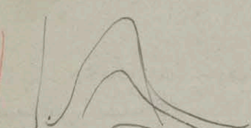
Analiza widmowa rozstrzyga tę kwestię. Podczas gdy gwiazdy dają widma ciągłe, to niektóre mgławice widma liniowe prążkowe ~~tak~~ inne ciągłe, pierwsze muszą być gazami, tamte zaś skupieniem gwiazd.

2). Przechodzimy obecnie do drugiego czynnika do temperatury.

Czem wyższa temperatura, tem więcej promieni zostaje wysyłanych (czemu T^4) i tem większy stosunkowy procent krótszych fal.

Langley, Paschen, Lummer, Rubens

← to się odnosi do ciał emisyjnych czarnych



Z tego wynika zatem że przy niskich temperaturach tylko promienie podczerwone, mniej więcej od 400-500 także już świetlne. Zaczyna się rozżarzać blaszka platynowa.

Początkowo ~~stosunkowo dużo~~ prawie tylko czerwone. Żarzenie do czerwoności.

żółtości

białości

5 Zrozumienie tych

~~Te~~ zjawiska są zwłaszcza ważne dla techniki oświetlenia.

Jest to gałęź techniki stosunkowo nowa. Dawniej środki oświetlenia wydawały się przymitywne, obecnie wymagania coraz wyższe. Z jaką radością witano zaprowadzenie oświetlenia gazowego, uważano je za szczyt cywilizacji, obecnie to już przestarzałe, uratował je jeszcze wynalazek Auera, powszechnie jednak na rzecz elektryczne.

We wszystkich nawet najmniejszych miasteczkach amerykańskich, u nas — tylko u nas —

~~[illegible]~~ Płomień świecy (tak samo gazowy, naftowy) daje widmo ciągłe, czemu? Czy to nie gaz?

Zagadka rozwiązuje się natychmiast trzymając porcelanę zimną w płomieniu: sadze

Więc to tylko węgiel żarzący się (drobno rozdzielony). Pora ~~[illegible]~~ Wydziela się z gazu węgiel, który się (Węglowodory [illegible]) w zewnętrznych warstwach spala.

[illegible]

Rzeczywiście przy większej domieszce powietrza płomień prawie bezbarwny (Bunsena palnik). ~~[illegible]~~

~~Wysyłany całkowite~~ Daje oprócz tych świetlnych także ogromnie dużo cieplnych.

Rozbijmy całkowite widmo sobie bolometrem wymierzyły: że ~~lampa naftowa~~ płomień gazowy tylko $\frac{1}{30}$ % — ~~[illegible]~~ całej energii [illegible] światła. Także ~~gazowy~~ naftowy wcale nie wiele lepiej. Pochodzi z tego że temperatura nie bardzo wysoka [illegible]:

Zatem niedogodności: ogrzanie silne, nieszczelność, i barwa światła żółta, nienaturalna.

Lepiej gdyby można oprzeć do wyższej temperatury. Ale jak? Doprowadzając ~~[illegible]~~ powietrza więcej staje się płomień bezbarwny

Możnaby jednak wprowadzić inne ~~ciało~~ (niepalące się) do płomienia bardzo gorącego i korzystać z płomieni przez nie przy wysokiej temperaturze wysyłanej.

Na tem polega t. zw. światło Auerowskie.

koszulka czyli pończoszka z materyału (bawełny) lnianego impregnowana (nasycona) solami kilku pierwiastków ~~[illegible]~~ (Zirconium), Cerium, Thorium, Yttrium, Lanthan, Didym

Zr Ce Th Y La Di

znajdujące się wszystkie w pewnym minerale „Monazit" w Brazylii i w Karolinie USA

zwykle 1% Ce 99% Th

tworzą przy spaleniu tlenki (Oxydy) wytrzymałe na bardzo wysokie temperatury bez dalszego spalenia lub ulotnienia się. Otrzymuje się tak (koszulkę z) włókna nadzwyczaj cienkie które rozgrzewają się do białego żaru [ponieważ białe to przy równej temp. mniej pr. wysył. niż czarne, zatem ogrzewają się wyżej.

Skutek zatem że wiele więcej stosunkowo promieni ~~[illegible]~~ świetlnych. Widmo (Auera.) 1/2 % świetlnych t.j. 5 razy ~~[illegible]~~ większe wszędzie niż gazowy zwykły, a do tego barwa więcej zbliżona do naturalnego światła dziennego. Trochę za nadto zielonawy odcień. Zależy od składu koszulek.

Podobnie też ~~[illegible]~~ w lampach żarowych spirytusowych lub naftowych wcale lepiej się wyzyskują chyba mniej bezpiecznie.

~~[illegible]~~ ~~Lampa~~ (Palnik) Auerowski stanowi dotychczas najlepszy (stosunkowo) sposób zużytkowania energii cieplnej do oświetlenia, jeśli się do wytworzenia energii cieplnej używa bezpośrednio płomienia. Ale oczywiście także to jest sposób (oświetlania) nadzwyczaj rozrzutny.

Wyrzucamy 99·5%; wszak wraz uchodzą górą nad światłem gorące gazy pochodzące ze spalenia, zupełnie bezużytecznie. Możnaby samowar rozgrzać niemi

7)

Wiele oszczędniejszy jest inny sposób rozgrzewania: elektryczny. Prąd przechodzący przez temperaturę wyższą ze względu [na] wielki opór.

Na tem polegają wszystkie żarówki.

Zasada — znane Göbel Starr — 1880 wystawa paryska 1881

Już od 1846 znana, ale dopiero od czasów co Edisonowi udało się ~~[illegible]~~ wydoskonalić sposób

ich wytwarzania (z włókna bambusowego włókienko węglowego) opornie się rozpowszechniły w

praktyce.

Używa się węgla z powodu wielkiego oporu i wysokiego punktu topliwości i ulatniania

>2300 — 1350°

Temperatura normalnie 1250–1300° — Platyna 1775

Zatem dosyć niska i ~~[illegible]~~ kolor żółty

wydajność żarowa dość ograniczona

ale za to większość całego prądu zużywa się na rozgrzanie, niż na ubocznych strat

i mniej więcej | 1° – 3% energii zamienia się w światło. |

Stąd także pytanie czy nie moglibyśmy zamiast węgla użyć innego ciała takich jak koszulka

Auerowska? ~~[illegible]~~ Nernst

Trudność że owe tlenki z których Auerowska koszulka składa się nie przewodzą prądu elektr.

Ale udało się Nernstowi przezwyciężyć. | MgO YO |

stają się przewodnikami w wysokiej temperat. i podgrzanie powyżej 700°

Temperatura — wydajność Nernsta

prawie dwa razy taka wydajność jak zwykłych żarówek, więcej wyższa temperatura

5%

na niczem podobnych zasadach nowe lampki Edisona — Już

? i ~~[illegible]~~ inny patent Auera drucik z osmium

polega na zjawisku pod–

Na innej znów zasadzie polega lampa łukowa elektryczna, zbliżona więcej do iskier elektr., ale o tyle różna że tworzy się nie iskra chwilowa tylko stały łuk.



zetknąć potem oddalić   Iskra zależy od siły prądu i od indukcyjności

Davy 1808

Temperatura nadzwyczaj wysoka

Dotychczas nie znamy żadnego źródła wytwarzającego wyższej temperatury

wszystkie ciała topnieją lub ulatniają się   2000–3500° w rozmaitych częściach

światło pochodzi głównie z dodatniego 85%, ujemnego 10%, łuk 5%

wskutek tej wysokiej temperatury światło bardzo białe najwięcej zbliżone do dziennego.

Wydajność koło 10%   Widmo łuku.

Węgle Bremerowskie jeszcze zwiększają więcej ~~[illegible]~~ podobno 3 razy tyle.

Temp. słońca   6200° (ilość)
5500°   maximum   0.5 μ



Koszt w Warszawie   16 ~~[illegible]~~ świecowej lampki na godzinę

naftowa	0.68
gaz	2
Auer	0.62
Acetylen	1.8
Żarówka	1.75
Nernsta	0.9
Łukowa	0.65

Bremerowska

$\lambda_m \theta = 2887$

$\theta = 2273°$ abs. $\lambda_m = 1.22$

$= 2000°$ C

$1705°$ abs $= 1432°$C

$\theta = 1136.5°$ abs. $\lambda_m = 2.45$

863 C

$\theta = 568°$ abs. $\lambda = 4.9$

295 °C

$$\frac{e^{-\frac{14435}{2273 \cdot \lambda}}}{\lambda^5} = \frac{e^{-\frac{6.35}{\lambda}}}{\lambda^5}$$

$$-\frac{6.35}{\lambda} \lg e - 5 \lg \lambda = -12.7 \lg e - 5 \lg \lambda$$

0.4343 . 127
868
304
−5.515
+1.5
−4.0

−5 lg 2
0.301.5

$\lambda = 1/2$	$\lambda = 1$	2	$\lambda = 4$	8
−5.85	−3.68	3.34	3.93	−4.98
−7.3	4.41	3.71	4.11	−5.06
−9.5	5.51	4.26	4.39	−5.21
−0.85	1.32	1.66	1.07	0.02
−2.3	0.59	1.29	0.89	−0.06
−4.5	−0.51	0.74	0.61	−0.21

−2.757

−0.64
−3.01
−3.65

	1	2	4	8
−5.85	−3.68	−3.34	−3.93	−4.98
−9.5	−5.51	−4.26	−4.39	−5.21

$-\frac{12.7}{\lambda} \lg e - 5 \lg \lambda$

−11.
+1.5
−9.5

−1.38
−3.01
4.39

2.755
−1.505
4.26

−0.69
−4.52

−7.36
+1.5

.0'4343. $\frac{14435}{1705}$ =

6378
1593

7971
− 2316

5655

3'677

− 7'35	− 1'838	−0'9'19	− 0'46
+ 1'50	− 1'50	− 3'01	− 4'52
5'85	3'34	3'93	4'98

7971
− 1523

6448

2295
+ 1147'5 C
271
1420°

− 4'414

− 4'41

2'207	1'1035	0'552
− 1'505	3'01	4'51
3'71	4'11	5'06

~~− 4'47~~

− 8'82
+ 1'51

7'31

1432°	1182 / 2887 / 1705	λm = 1'69			
		2'03			
1148°		2'45			
863°	2887 : 1429 = / 47				
½	1	2	4	8	d
0'14	21	46	11'8	10'5	
1/200	3'9	19'5	7'8	0'87	
0	0'31	5'5	4'1	0'62	

Przedmiot, któremu poświęciliśmy ostatni wykład, i którym także dziś w dalszym ciągu zajmować się będziemy, jest to zbadanie związku między ~~[illegible]~~ jakością promieni wysyłanych przez jakieś ciało ogrzane i naturą tego ciała. Albo innemi słowami: żądamy odpowiedzi na pytanie: jakiego rodzaju promienie będą wysyłane przez pewne ciało, jeżeli je do pewnej temperatury ogrzejemy?

Otóż częściową odpowiedzią na to pytanie [doty badania] są prawo Kirchhoffa, o którym ostatnim razem mówiliśmy. Promieniowanie zależy od ~~temperatury~~ jakości ciała i od jego ~~[illegible]~~ temperatury. 1). Od jego jakości: o tyle że każde ciało wysyła takie właśnie promienie, ~~które~~ jakie ono — jeżeli przechodzą z innego źródła — pochłania. Więc że zdolność emisyjna, wysyłająca jest tem większa (w porównaniu z innemi ciałami tej samej temperatury) czem większa też zdolność pochłaniająca, absorbcyjna.

Ostatnim razem zajmowaliśmy się wyłącznie ciałami stałemi ogrzanemi, te ciała wszystkie w dostatecznie grubych warstwach (absorbują wszystkie promienie) stają się nieprzezroczystemi t.j. zatem ciała stałe muszą dawać widmo ciągłe t.zn. że obrębie tych promieni, które one w ogóle są w stanie wysyłać dzięki swej temperaturze, nie będzie brakować żadnych specyalnych rodzajów promieni, więc w widmie, które ~~[illegible]~~ zawiera wszystkie promienie rozłożone po porządku według długości fali, nie będziemy mieć żadnych ciemnych prążków.

2)

Widmo ciał stałych zatem jest ciągłe, ale zależy jeszcze oczywiście od drugiego czynnika: od temperatury. Czem wyższa temperatura ciała tem silniejsze wogóle promieniowanie i tem więcej stosunkowo zawartych jest promieni o krótszych falach. Tak ciało ogrzane poniżej 400° wysyła tylko promienie cieplne, długo-faliste; powyżej tej temp. dopiero czerwone, żółte — żar czerwony — przy temp 1300 także już najkrótsze jeszcze widoczne tj. niebieskie i fiołkowe, a ciało ogrzane do bardzo wysokiej temp. jak węgle lampy łukowej elektr. także już nadfiołkowe niewidzialne. Więc ciało stałe świeci białe, żółte, czerwone

---

Przejdźmy dalej do gazów, w których występują zjawiska znacznie ciekawsze.

Od dawna znanem było że niektóre ~~[illegible]~~ substancye włożone do płomienia Bunsena nadają mu specyalne zabarwienie. Np. $NaCl$

a także wszystkie inne sole sodu $NaNO_3$, Na_2SO_4 etc.

Co się tu dzieje? Płomień początkowo prawie bezbarwny skoro gorący, w gorącu rozkładają się owe sole i para sodu (tj. gaz sodowy) spalając wydaje owe żółte światło. (podczas gdy szkło $NaSiO_2$ etc. żar czerwony)

Zupełnie inne zabarwienie sole potasowe KCl, KNO_3, KJ, KHO etc.

Li, Cu (podczas gdy miedź ogrzana do czerwoności ~~[illegible]~~ żarzy się tak jak inne ciała stałe)

Ba, Sr

Korzystają też od dawien dawna z [crossed out] własności owych do sporządzenia sztucznych ogni A z. ogni bengalskich

Ba Sr – ogień ~~To nazywamy widmem liniowem.~~

Chcąc dokładniej poznać rodzaje promieni trzeba wykonać analizę widmową płomienia wejść można subjektywnymi metody spektroskop. , ale za słaby siły objektywnie. Lepiej to się uda z takim ogniem bengalskim.

Widmo Ba, Sr To nazywamy widmem liniowem

Otóż (para) każdego pierwiastka ma swoje widmo odrębne, które występuje gdy [crossed out] substancyę zawierającą ten pierwiastek ogrzewamy do dostatecznie wysokiej temperatury tak że następuje parowanie, rozkład chemiczny itp. Mimo że znamy obecnie 70. kilka pierwiastków, nie ma dwóch o widmie i zdarza się nawet że żadne dwie linie jednakowym. Kirchhoff i Bunsen w systematyczny sposób pierwszy raz wykonał zbadanie widmowe [crossed out] pierwiastków za jego czasów znanych. aby potem obserwując światło przez substancyę odwrotnie móc wnioskować o jej składzie

— Tablice widmowe

swoją intuicyę poznał jak [crossed out] ogromnej wagi są te zjawiska, uczynili analiza widmowa, ~~[crossed out]~~ stała się jednem z najważniejszych środków postępu nauki, nietylko fizyki, ale chemii i nawet astronomii. Jest to najw. środek pomocniczy powszechnie używany w analizie chemicznej i żadna inna metoda nie może się równać widmowej pod względem nadzwyczajnej czułości Adolf Bunsen i Kirchhoff podają że oko ludzkie

4) po powstaniu owej linii sodowej można wyznaczyć obecność $\frac{1}{3000000}$ mg soli sodowej

wskutek tego też wszędzie obecna.

Pierwsze ważne odkrycie za pomocą tej metody zostało dokonane przez Bunsena [illegible] samych:

Rubidium i Caesium w wodzie mineralnej Dürkheim, ale także we wielu innych

wodach obecne, Rb także w różnych roślinach, w popiele tytoniu etc. Cs w minerałach

Dürkheim	1·27 % NaCl	bardzo podobne do potasu (K), dla tego metodami chemicznemi trudno do oddzielenia
	0·3 % CaCl	
	0·000021 RbCl	
	0·000017 CsCl	

Crookes 1861 Thallium w rozmaitych minerałach z Harzu pyritach

Reich Richter 1864 Indium w rudach cynkowych

Lecoq de Boisbaudran 1875 Gallium — Erbium Yttrium Didym Lanthan wszystkie

Nilson i Cleve 1879 Scandium — Radium

Lecoq Winkler Germanium wogóle od tego czasu zawsze przy odkryciu pierwiastka

nowego najważniejszym próba widmowa — także w [illegible]

Dotychczas mówiliśmy tylko o emisyi gazów. Jeżeli obecnie sobie przypomnimy

prawa Kirchhoffa dawniej już omawiane, co wynika z tego że gazy tylko pewne rodzaje

światła wysyłają? Że one te same rodzaje światła muszą absorbować!

Np. płomień sodowy musi przepuszczać wszelkie inne rodzaje światła,

tylko właśnie takie same żółte promienie z Na musi on absorbować.

Rzeczywiście: Cień płomienia sodowego

Para sodu metalicznego wydaje się ~~czarną~~ a oświetlona płomieniem sodowym, zupełnie przezroczystą w płomieniu Li lub w płomieniu gazowym.

Dalej można z tego wnioskować że jeśli ~~[illegible]~~ jako ~~[illegible]~~ źródło światła ~~[illegible]~~ ciało stałe ogrzane, ~~[illegible]~~ i przepuścimy ~~[illegible]~~ je przez parę sodu, to jedynie owe pewne żółte promienie zostaną pochłonięte, więc w widmie na miejscu owych ~~[illegible]~~ promieni powstanie linia ciemna.

Podobnie Węgle Drummondskie — do węgla dodaje się domieszkę soli Mg, Li, Ca

od kilku lat w użyciu

widmo emissyjne ze środka absorpcyjne z boków

Takie widmo ciągłe z ciemnemi prążkami drugie nazywamy widmami absorpcyjnemi.

Stanowi to wytłomaczenie widma słonecznego. — widmo taśmowe — J, NO_2, KNO_3

Fraunhofera linie 1814 — długi czas zagadkowe, dopiero Kirchhoff wytłomaczył

widmo ciągłe pochodzące z wewnętrznego jądra słonecznego rozżarzonego, a zewnętrzne pary ogrzane chłodniejsze, zatem absorbujące. Z położenia owych linij można orzekać wnioskować na pierwiastki, które się tam w owych parach znajdują. — Fotosfera

Kirchhoffa, Angströma, Rowlanda coraz dokładniejsze

↓ widmo 12 m długie fotografowane, dokładność 0·00001 μ

Pierwiastki identyczne z pierwiastkami ziemskiemi, zostawia ~~[illegible]~~ Ca E, Na D

A B	C	D	E	F	G	H K
O (ziemia) atmosf	H	Na	Ca Fe	H	Fe Ca	Ca

6) ~~Jest to prawda~~ dowód że wzrostu warstwa gazu tlenowego: protuberancje przy zaćmieniach słońca. Substancje wodór: C, F...

Byłoby rzeczą bardzo ~~[illegible]~~ interesującą pomówić nieco o ogromnie ciekawych wynikach osiągniętych tym samym sposobem co do ~~[illegible]~~ natury innych ciał niebieskich gwiazd, komet, i to nietylko składu chemicznego ale także prędkości z którą się ku nam poruszają lub oddalają i.t.p. ale toby nas za dużo zajęło czasu.

Zamiast tego jeszcze kilka słów o ~~[illegible]~~ gazach, tych które zwykle już znajdują się w stanie gazowym. Tu nadzwyczajnie wygodny sposób: przepuszczając bezpośrednio prąd elektryczny. Rurki Geisslera.

Na czem to polega? Iskra elektryczna, wydaje światło zawierające promienie pochodzące od pary metalu i także od gazu, ~~[illegible]~~

Czem więcej rozrzedzony gaz tem łatwiej iskra przechodzi, tem mniej występują linie metalu, tem więcej gazu, przy tem światło wypełnia z czasem całą prawie rurkę.

Jeszcze ciekawsze wiele badania widma i.t.d.

Przy tem czasami różnice zależnie od natężenia prądu elektr.

Niektóre prócz. ~~[illegible]~~ substancje niemetaliczne posiadają dwa widma jedno wyższej temp., jedno niższej n.p.

↓ taśmowe ↓ liniowe → N_2, J-d, NO_2 Tak samo niektóre chem. złożone subst. n.p. CHN

Wodór czerwony, N_2 niebieskie pozostałe różowo-fioletowe 51 4

Ta metoda między gazołowskimi też zawdzięcza się przyczyniła do odkrycia nowych pierwiastków w naszej atmosferze

~~Lord Rayleigh &~~ 1894

Ramsay : Ne, A, Kr, Xe

Zupełnie nie ma sposobów chemicznych do poznania, tylko metody fizyczne, widmowe

He Ramsay & Clive 1895 Clevit. ... Ramsay & Paschen

na Słońcu od dawna znane

~~Radium~~

Ostatnie doświadczenia, które w zeszły Poniedziałek widzieliśmy, okazywały nam specjalny sposób pobudzania gazów do świecenia t.j. zapomocą prądu elektr. przepuszczanego przez gaz. Używa się do tego t.zw. rurek Geisslera [tak nazwanych według fabrykanta naczyń szklanych ~~w~~ Geisslera w Bonn nad Renem] , w których gaz znajduje się w stanie rozrzedzenia.

Widzieliśmy nawet jak takie rurki można wytworzyć i w jaki sposób zjawisko świecenia się zmienia się w miarę jak gaz się rozrzedza.

Dzisiaj powracamy do tego samego przedmiotu, używając jeszcze lepszych środków do rozrzedzenia gazu, ~~aby~~ [aśmy się] zapoznać ~~się~~ bliżej ze zjawiskami, które występują przy bardzo wielkiem rozrzedzeniu, ponieważ badanie tych zjawisk dało powód do odkryć nadzwyczajnie doniosłych, zwłaszcza do odkrycia nowych rodzajów promieni niewidzialnych, o których w ostatnich latach tyle ~~[illegible]~~ mówiono.

Przyrząd którego używać będziemy:

~~pompa rtęciowa zamiast tłokowej pompy~~

Przedewszystkiem przy zwykłem ciśnieniu iskry ...

to co świeci: powietrze i także [cząstki] pary metalu między którymi przeskakuje.

Rozrzedzenie zapomocą pompy wodotryskowej ...

Raps (pompa rtęciowa) Korzyści: rtęć wypełnia naczynie zupełnie szczelnie
nie ma pary tłuszczu ani oliwy
można się obejść zupełnie bez wentyli które nigdy dobrze nie domykają

2 Zamiast maszyny elektrycznej używamy dzisiaj innego sposobu wytwarzania

elektr.: Induktor z przerywaczem Wehnelta

wytwarza bezpośrednio wielkie ilości elektr. i wysokie napięcia

Różnica rozbrojenia zależna od kierunku prądu

Światło pozytywne dałoby linie O_2, N_2,

także Argon odkryty 1894 Rayleigh & Ramsay (Nobla)
prawie 1%!

~~ale~~ Argon, He, Ne, Xe, Kr, ale wszystkie w bardzo małych ilościach.

Otacza anodę = biegun +

Katoda otoczona ciemną przestrzenią „Hittorfa", następnie niebieski żar
(niebieskie światło ~~katody~~ ujemne)

potem znów przestrzeń ciemniejsza (Faradaya)

oddzielająca od światła pozytywnego różowego.

---

warstwowania światła +

w miarę rozrzedzenia ~~wystąpienia~~ rozszerza się światło ujemne i ciemna przestrzeń
< 0.1 mm

Katodowa, zmniejsza się światło +

Gdy rozrzedzenie tak wielkie że światło — lub przestrzeń ciemna katodowa — ściany szklanej dotyka, to

ta ściana fluoryzuje zielono

Równocześnie widać smugę świetlną blado ~~niebieskawą~~ różowo-żółtawą wychodzącą z katody

jakby promienie: promienie Katodowe

Odkrycie tych promieni Hittorf 1868

ale bliżej zbadanie zostanie Crookes ~~1874~~ – 1879

Hittorf poznał, że one ~~idą drogą~~ rozchodzą się prostolinijnie – dla tego

nazywamy je „promieniami", podczas gdy światło + ~~idzie~~ wypełnia całą rurkę

z wszystkiemi zakrzywieniami.

1/. Okazuje się to zostanie w tem że rzucają cień (Krzyż, [illegible])

2/. Ważnem jest też to że wychodzą z powierzchni katody ⊥

Ciekawe ich własności: ~~[illegible]~~

3/. natrafiając na szkło sodowe zielona fluoresc.

ołow. niebies. "

rozmaite substancye jaskrawe światło fluoresc.

Lampa ~~Crookesa~~ Puluja (~~[illegible]~~ Mika pokryta substancyą ~~[illegible]~~ phosphor.)

4/. Rozgrzewają ciała na które wpadają

rozżarzenie blaszki platynowej, przepalenie szkła

5/. Wpadając na ciała wywierają na nie siły odpychające jak np wiatr

wiatraczek Crookesa etc.

Jak sobie to wszystko wytłomaczymy? Otóż Crookes pierwszą teoryę

wygłosił którą początkowo uważano za wymysł dziwaczny, która jednak coraz

4)

więcej się sprawdza w swych konsekwencyach i obecnie – z drobnemi zmianami ogólnie jest przyjęta

~~[illegible]~~ możnaby ją nazwać teoryą emisyjną tych promieni:

mają to być nadzwyczaj drobne cząsteczki – drobniejsze nawet od atomów – które zostają naładowane ujemnie i ponieważ biegun – je odpycha, wyrzucane z ogromną prędkością i gwałtownością precz od katody.

~~[illegible]~~ Jest to zatem właśnie Crookesa bombardament (za pomocą) tych drobnych cząstek.

Tłomaczy to istotnie prostolinijność, ogrzanie i siły mechaniczne, a także fluorescencya: atomy pobudzane do drgań wysyłają światło.

Ale jeszcze ciekawsze dowody następujące.

6). Już Crookes zauważył, że magnes je odchyla, rzeczywiście to musi nastąpić jeśli to są cząstki naładowane ujemnie. Bo reprezentują nam prąd elektryczny który pod wpływem magnesu doznaje siły.

~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~

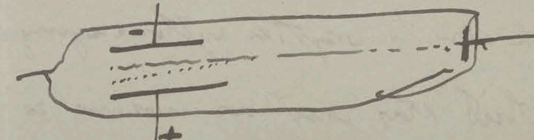
Podobnie jak rurka De la Rive 1849

7). Tak samo też ponieważ to są cząstki naładowane, siły elektryczne muszą działać. ~~, także powinny je odchylać~~

Thomson i Kaufmann.

Długi czas tego nie zdołano dostrzec, aż nareszcie Jaumann:

ciało naładowane do środka rurki



54 15

To zapewne też przyczyna czemu dwa promienie katodowe (pozornie) się odpychają.
co już Crookes ~~..~~ znał.

Od tego czasu dopiero powszechnie przyjęto to wytłumaczenie.

8) Zostało co wykazano, że one rzeczywiście transportują elektryczność

bo opadając na ciało elektryzują je ujemnie. (Perrin)

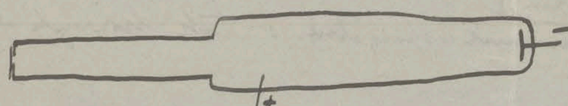
Co prawda aby to pokazać, potrzebaby osobnego przyrządu, którego tutaj nie

Lenard pierwszy wydobył te promienie na wierzch po za obręb rurki.

Pokazuje się bowiem że wszystkie ciała są nieprzepuszczalne dla nich, (takie szkło!) nawet

gazy gdy nie rozrzedzone (~~dlatego~~), jedynie aluminium w bardzo

cienkich blaszkach $\frac{1}{300}$ mm przepuszcza je na zewnątrz.



To jedyny środek aby je wydobyć na wierzch.

Początkowo badano tylko jakościowo te zjawiska, dopiero w ostatnich latach

ilościowo. Thomson, Kauffmann

Najciekawsze wnioski z tych pomiarów następujące:

Porównując odchylenie magnetyczne i elektryczne można obliczyć prędkość cząstek

i stosunek ładunku do masy ~~..~~ m.

Prędkość tak obliczona 2 - 40.000 $\frac{km}{sec}$ (Thomson)

a bezpośrednio zmierzył ją Wiechert sposobem bardzo dowcipnym na 4-50.000 $\frac{km}{sec}$

więc mniej więcej $\frac{1}{10}$ światła.

6) Co jednak najciekawsze że dla ~~ładunków~~ stosunku elektr. do masy znaleziono

jednakowe liczby zupełnie niezależnie od rodzaju gazu i elektrody.

~~Wnioskował z tego Thomson i przeszedł się konieczności~~ przyjąć że:

a mianowicie ładunek taki sam jak ~~atomu~~ jonu wodoru w elektrolizie

a ciężar = $\frac{1}{2000}$ ciężaru atomu. Zatem zgadzamy się że tak jak Crookes

już przypuszczał w tych promieniach atomy rozpadają się na te drobne części

„elektrony" które 1000 razy mniejsze niż atomy ; zdaje się że wszystkie

pierwiastki z tych samych elektronów się składają.

Najważniejsze jednak 8/11 1895 Röntgena odkrycie

Że z owych miejsc na które prom. katodowe padają wychodzą promienie szczególne o tak dziwnych własnościach

że wzbudziły ogólną sensację.

Promienie te są już zupełnie niewidzialne same przez się, podczas gdy

katodowe czasami przez blade świecenie. Tylko jeden sposób rozpoznawania ich,

za pomocą fluorescencji którą wywołują.

Ekran pokryty cyankiem platyno barowym

Rurka zakryta była papierem czarnym tak że żadne światło ~~nie~~ bezpośrednio

nie mogło wyjść, mimo to ekran się rozświetlał.

Własności najdziwniejsze : nadzwyczajna ich przenikliwość, przenikają przez

szkło, drzewo, papier, ciało ludzkie, nawet blaszki metalowe niezgrube,
tylko ciężkie metale jak Pb, Pt, Au są stosunkowo nieprzezroczyste.

Dowód.

Zużytkowuje się w celach medycznych i chirurgicznych.
Działają na płytkę fotograficzną.

Fotografii

~~Nie~~ Nie ma załamania, odbicia, polaryzacji, --- tylko zdaje się uginanie
Co one są ? Jeszcze zdania nie są zupełnie jednozgodne.
Przeważnie uważamy je za wstrząśnienia nieregularne eteru.
Podczas gdy światło = regularne fale, to nieregularne ob. wstrząśnienia --.
(Prędkość ?) tak jak szmer -- dźwięk
Jedno ciekawe zjawisko : rozbrajanie elektroskopu
dało nowy powód do badań nad elektr. przewodn. --

Nie trzeba nadużywać bo przykre skutki fizjologiczne.

Pompa rtęciowa z rurką Röntg.

Owe dwa nowe rodzaje promieni niewidzialnych które poznaliśmy ostatnimi czasy

Katodowe i Röntgena ~~[illegible]~~ mają dużo wspólnych cech, ale ~~[illegible]~~ istnieją też zasadnicze

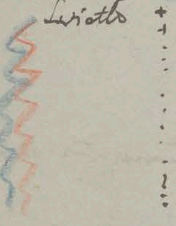
różnice. Przedewszystkiem sposób powstania: katodowe wychodzą z — — i nie wychodzą

nigdy poza obręb rurki z wyjątkiem zapomocą okienka aluminiowego Lenarda

Röntgena wychodzą z miejsca na które katodowe upadają t.j. z antikatody lub pow. szkła.
i rozchodzą się w wszystkich kierunkach

Wspólne: rozchodzenie się prostolinijne, brak odbicia (katodowe częściowo nieregularne)

Światło



~~[illegible]~~

załamania

interferencyi ← z tego wynika że to nie są fale przynajmniej nie fale zwykłe

uginania ?

polaryzacyi

tworzenie fluorescencyi

działania fotograficzne

Różnica zasadnicza: katodowe podlegają wpływom magnesu i sił elektrostatycznych i same transportują ujemną elektryczność
1).
Röntgena nie podlegają żadnym wpływom zbaczającym

z tego wnioskujemy z Crookesem że katodowe polegają na wyrzucaniu elektronów ujemnych (teorya emissyjna.)
podczas gdy [illegible] — Röntgena zapewne —
stopniowe 2). znacznie większa przenikliwość promieni Röntg.

na tem polega bodaj obecnie ich zastosowanie w medycynie etc.

Dzisiaj poznamy znów kilka własności wspólnych ale właściwie wybitnych u Röntgena.

Przewodnictwo gazów w skutek promieni Röntgena i (katodowych)

Przed elektr. tłomaczymy sobie w ten sposób że cząstki ± względnie w gazie [illegible] zwykle dobre izolatora, pod wpływem rozpadają się w jony

jonizacya rozkład drobin atomów na części ±

~~[illegible]~~ [może także Crookes podobnie ?]

Kondensacya pary (tak samo jak przedtem)

Dotychczas wychodziliśmy ze zjawisk promieni katodowych polegających na wyrzucaniu cząstek —

czy nie ma podobnych koło bieguna + ?

rzeczywiście promienie kanałowe Goldsteina



podobne własności jak katodowe

wpływ magnesu, ładunki +, prędkość mniejsza,

masa większa prawie jak atomy

(Crookes makes)

Poincaré pomyślał że może tworzenie promieni Röntgena w związku z fluorescencją

Rozpoczęł: ~~zatem~~ wogóle badanie fluorescencji.

= Świecenie się pod wpływem światła wpadającego z innego źródła.

(Nafta, Chinina, Chlorofyl, szkło uranowe, Pt BaCy)

od różnie tutaj dotyczy:
Phosphorescencja niektóre ciała rozszerzają wogóle wydawanie światła bez temperatury odpowiedniej

fosfor, cukier tarty, próchno etc.

wszystkie jednak spoczynku świecenie po naświetleniu

1896
Rzeczywiście U: ~~[illegible]~~ wpływa na płyty fotogr. przez papier
i rozbrojenie elektroskopu

} tak samo wszystkie związki uranowe
tak że radyoaktywność = włas. atomu

3-4 razy
Pani Curie spostrzegła że Uranit silniej jeszcze działa (tak samo kilka innych pierw.)

Joachimsthal

Radium Polonium

1: 10^7

↓
z 1000 kg uranitu kilka $\frac{1}{10}$ g. Demarçay widmo

aktywność 1.800.000 (kosztuje 1 mg: 400 K.)

1 g: 400.000 K.

Od tego czasu wykryto obecność ciał radioakt. jeszcze w bezpośrednich ilościach prawie wszędzie na Ziemi

Od tego czasu mnóstwo badań dokładnych doprowadziło do wniosków nadzwyczajnej doniosłości:

Doświadczenia z ekranem ~~[illegible]~~²
i elektroskopem
radiografie

α } endogiczne do promieni Kanalowych, + , powolne, m duże — najmniej przenikliwe, już kilka cm powietrza 58
} magnet.
β } " Katodowe −, szybkie, m = 1/1000 — blaszka $\frac{1}{500}$ mm przepuszcza — najsilniej na elektroskop; lżejsze przenikliwe, jeszcze przez Aluminium $\frac{1}{100}$ mm
γ " Röntgena — przez kilka cm szkła lub ołowiu.

rozwinięcie nasion  albo drugie

Nadzwyczajnie dziwne, z kąd to źródło energii

1 g Ra wydaje na godzinę tyle ciepła że (woda tyle) od 1-100°, topniejące lód

podczas 3 dni tyle ciepła jak spalenie węgla

→ Perpetuum mobile?

Czy to rodzaj fosforescencji? Nie widać ubytku

Zdaje się przecież że nie, że życie radu skończone dłuższe

Odkrycie nad. jeszcze doniosłości: Ramsay & Soddy 1903 Ra → He (stwierdził) Emanacja

Curie-Dewar — Deslandres 1904

0.4 g RaBr gaz wydzielający się z ...

Zużywa się wszystko ale bardzo długi zapas, na 1000 lat.

Niektóre ...

Przy końcu okiem rzucimy na te odkrycia promieni niewidzialnych, przyznamy że zjawiska te odkryte są nadzwyczajnie ciekawe już same przez się. Ale uczony który fizykę nie uważa tylko jako zabawkę, lecz jako tę umiejętność która zdolna jest odsłonić nam najgłębsze tajemnice praw natury, jeżeli głębiej się zastanowi nad konsekwencjami które wynikają z owych odkryć, to doznaje niezawsze jakby zawrotu głowy na myśl o doniosłości tych odkryć, i przyzna że od czasu odkrycia prądów elektrycznych przed stu kilkudziesięciu laty nie zdarzyło się nic, coby podobny przewrót mogło wywołać w fizyce i chemii. Proszę się zastanowić nad tem że

1). dawniej sądzono że atom chemiczny jest najmniejszą cząstką niepodzielną (atomos) z której wszystko

oto zbudowane z cząstek z obecnie elektronów 1000 razy mniejszych, równych dla wszystkich ciał

2). Stawiany problem chemii zamiana jednego pierwiastka w drugi, którego rozwiązanie tylko alchemistów życie

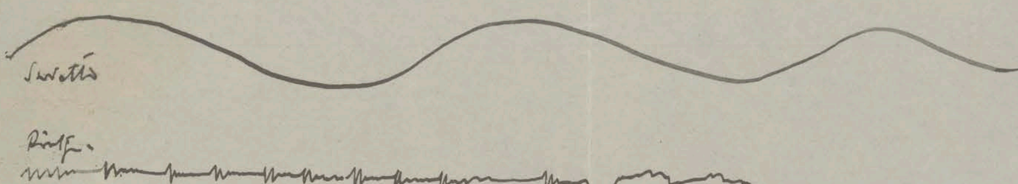
swe pierwiastko, starające się ołów czy srebro zamienić w złoto, i który od dawna uważano za mrzonkę fantastyczną, ten ~~problemat~~ został rozwiązany w jego przypadku Ra → He!

Ale także dalsze wnioski, które z tego wynikają dla fizyki, są ogromnie doniosłe. Nie mogę tego obecnie bliżej objaśnić. Wspomnę tylko że — jeśli zapatrywania obecne pierwszych powag na tem polu są prawdziwe — to starodawny gmach mechaniki, wielki wynalazek Newtona, uważany przez setki lat za fundament na którym wszystko inne stoi, — musi runąć! Na pierwszy plan zaś wysuwa się elektryczność. Maxwella teorya elektryczności, poparciona wprowadzeniem elektronów, to w przyszłości będzie fundament dla reszty fizyki i prawa dotychczasowe mechaniki okażą się (~~jako~~ przybliżeniem tylko ważnemi) [illegible] ~~[illegible]~~ [illegible] jako elektryczności.

~~W tem sposób fizyka~~ obecnie ~~[illegible]~~ się rozwija

~~To jest drogą postępu dla fizyki~~ ; ~~[illegible]~~ Podziwiać musimy w myśl pracy Crookesa, który przed 25 laty powiedział: sądzę że najdonioślejsze odkrycia dla fizyki w przeciągu przyszłych lat wynikną właśnie ~~[illegible]~~ z badań nad ~~[illegible] elektryczności w~~ promieniami katodowemi," bo rzeczywiście okazało się że to jest drogą postępu dla fizyki, czyli filozofii przyrody jak ją anglicy nazywają!

	Światło	katod.	Röntg.	kanałowe anodowe dodatnie [illegible]
prostolin.	+	+	+	+
odbicie	+	⊕/m	O	O?
załam.	+	O	O	O
interfer.	+	O	O	O
ugięc.	+	O	+ ?	O?
polaryz.	+	O	O ? (nie mam [illegible])	O
fotogr.	⊕	+	+	+
fluoresc.	⊕	+	+	+
wp. magnet.	O	+	O	+
wp. elektr.	O	+	O	+
transp. elektr.		+		+



Nr. I.

Promienie widzialne i niewidzialne

(Z doświadczeniami.)

Prelegent: Prof. Uniw. **Dr. Maryan Smoluchowski**.

Sala wykładowa Zakładu fizycznego ul. Długosza 8.

Poniedziałek: od godz. $7\frac{1}{2}$—$8\frac{1}{2}$. — **Początek**: dnia 7 listopada 1904.

Co to jest promień światła? Uginanie światła (jednobarwnego), odbijanie, załamywanie, interferencya. Teorya emissyjna i undulacyjna, Porównanie z falami wodnemi i ze zjawiskami głosu. Mierzenie długości fal świetlnych. Polaryzacya.

Różne barwy światła są charakteryzowane przez różne długości fal. Rozłożenie światła białego. Widmo pryzmatyczne i dyfrakcyjne. Promienie pozafiołkowe i pozaczerwone. Światło jest tylko pewnym rodzajem promieniowania. Dotychczas zbadane granice widma.

Źródła światła i wogóle promieniowania. Prawa Kirchhoffa i Bunsena. Widmo ciał stałych ogrzanych, żarzenie się. Lampka żarowa, łukowa, Nernsta. Płomień świecy.

Widma gazów. Iskry elektryczne. Rurki Geisslera. Odkrycia nowych pierwiastków zapomocą analizy widmowej. Widma absorpcyjne. Światło słońca i gwiazd.

Rurki Crookesa. Promienie katodowe i Röntgena.

Fluorescencya. Fosforescencya. Promienie Becquerela. Radium i inne ciała promieniotwórcze.

Nr. II

...trze, ogień, woda ...oświadczeniami)	Zakład chemiczny Uniwersytetu, Długosza 6.	$7^1/_2$—$8^1/_2$	czwartek	10., 17., 24. listopada. 1., 8., 15. grudnia.
...ne prądy w filozofii wieku XIX.	Uniwersytet św. Mikołaja 4 Sala XIV.	$7^1/_2$—$8^1/_2$	piątek	11., 18., 25. listopada 2., 9., 16. grudnia
...ia i obrzędy religijne ...ków starożytnych. ...brazami świetlnymi)	Zakład chemiczny Uniwersytetu, Długosza 6.	6—7	sobota	12., 19, 26. listopada. 3., 10., 17. grudnia
...owaniu domowem Cz. I.	Uniwersytet św. Mikołaja 4 Sala XIV.	$7^1/_2$—$8^1/_2$	sobota	12., 19., 26. listopada 3., 10., 17. grudnia
... czynności i klasyfikacya ...ata zwierzęcego. Cz. I. ... demonstracyami).	Zakład fizyczny Uniwersytetu, Długosza 8.	$5^1/_2$—$6^1/_2$	niedziela	13., 20., 27. listopada 4., 11., 18. grudnia

...wykładzie Prelegenci będą na życzenie słuchaczów udzielać objaśnień.

$$2\,C_2H_5OH + H_2SO_4 = \begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\!\!>\!O + H_2O + H_2SO_4$$

~~$C_2H_5OH + CH_3COOH = \begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\!\!>\!O +$~~

102/53 IV. 13

62

„O Elektronach"

i Szkic drugiego wykładu

Towarz. Politechn. 29/III 1905 „O elektronach" 63 1

~~Chciałbym dziś Państwu dać dzisiaj krótki zarys teoryi elektronów~~, tj ~~najnowszej, najmłodszej gałęzi fizyki teoretycznej~~,

W ostatnich dziesięciu latach ~~zostały dokonane odkrycia~~ przeżyliśmy fizycy okres tak nadzwyczajnych odkryć, że wskutek nich zostaliśmy zmuszeni zmienić zupełnie ~~[illegible]~~ nasz pogląd na świat. Następuje – a częściowo nastąpił już – przed naszemi oczami przewrót w całej fizyce, jakiego ta nauka od dawna nie doznała. ~~[illegible]~~

Rewolucyjne pojęcia naukowe wypowiadają zdania, które do niedawna uważanoby za fantastyczne mrzonki lub za bezsensowe herezye. Pojęcie atomu chemicznego traci swe dawne znaczenie; natomiast przypuszczamy że elektr.- składa się z atomów elektr. zmienia się zupełnie zapatrywanie na istotę elektryczności; pierwiastki chemiczne twierdzi się z zimną krwią iż ~~[illegible]~~ jak wierzą że dawne marzenia alchemistów ~~[illegible]~~ jeden pierwiastek chemiczny zamienia się w inny ~~[illegible]~~ pierwiastek; ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ nawet starodawne uświęcone prawa mechaniki Newtona dla nas nie są święte, obecnie wątpimy w ich ścisłość, i td.

Otóż chciałbym dzisiaj podać Państwu krótki zarys ~~[illegible]~~ teoryi, która najściślej związana jest z owemi nowemi zdobyczami i ~~teoryi elektronów~~ rewolucyjnemi prądami w nauce, t.j. teoryi elektronów. Nie jest to łatwem zadaniem, bo chcąc dać pojęcie o ~~[illegible]~~ doniosłości tej teoryi muszę poruszyć kwestye z rozmaitych dziedzin fizyki, a trudno to uczynić choć pobieżnie w krótkim czasie do dyspozycyi będącym.

Teorya elektronów stanowi (odmianę czyli) uzupełnienie ~~[illegible]~~ teoryi elektryczności Maxwella, i polega zupełnie na zasadach teoryi Maxwella, zatem (też) matematyczne

$$\frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t} + \mathfrak{J} + \mathfrak{u}\,\mathrm{div}\,\mathfrak{D} + \mathrm{curl}\,V\mathfrak{u}\mathfrak{D} = c\,\mathrm{curl}\,\mathfrak{H}$$

$$\frac{\partial \mathfrak{B}}{\partial t} = -\mathrm{curl}\,\mathfrak{E}$$

rozwinięciu teorji elektronów polega ostatecznie na zastosowaniu owych słynnych

1861

równań, które według Maxwella określają sposób, jak się rozchodzą (i jak działają) siły elektryczne

w przestrzeni (eterze). Nie mogę tu o tej teorji (dłużej) szczegółowo rozprawiać, tylko na dwa

punkty chciałbym zwrócić uwagę, które są dla niej charakterystyczne i które także

dla nas w dalszym ciągu będą ważne.

Po pierwsze wiadomo, że według Maxwella siły elektryczne ~~[illegible]~~ nie działają

natychmiastowo na odległość, lecz rozchodzą się z pewną określoną prędkością.

W skutek tego, jeśli w jednym punkcie powstają periodycznie zmienne siły

n.p. podczas rozbrajania butelki lejdejskiej, to ~~powstają~~ ~~obserwowane~~ ~~fale elektryczne~~

~~te~~ periodyczne te siły będą się rozchodzić, podobnie jak fale po powierzchni wody,

tylko z tą różnicą że rozchodzić się będą we wszystkich kierunkach przestrzeni,

nie tylko w płaszczyźnie. Takie rozchodzenie się periodycznie zmiennych sił elektrycznych

bywa określany nazwą „fal elektrycznych"; ~~które to fale~~ wiadomo że istnienie takich fal doświadczalnie

1887

okazanem zostało pierwszy raz przez Hertza, że na tych falach polega telegrafia

bez drutu wydoskonalona tak znakomicie przez Marconiego i innych fizyków,

i wiadomo że według Maxwella także promienie światła i tzw. cieplne promienie.

nie są niczem innem ~~innego nie jest~~ jak takiemi falami elektrycznemi. Jedyna ich różnica

jest ilościowa, gdyż najdłuższe fale należące do promieniowania pozaczerwonego,

skonstatowane przez Rubensa i Nicholsa posiadały długość 0·06 mm, a najkrótsze

fale elektr. sztucznie wytworzone za pomocą ~~[illegible]~~ iskier elektrycznych przez Lampa i Lebiedewa posiadały długość

6 mm..

Nie mogę się wdawać w omówienie dowodów przemawiających za tą teoryą elektromagnetyczną światła, wystarczy powiedzieć, że chyba ani jeden z fizyków naukowo pracujących dzisiaj już nie uznaje dawnej teoryi undulacyjnej, według której światło miało być drganiem sprężystem eteru, że w ostatnim dziesięcioleciu zupełnie teorya elektromagnetyczna zwyciężyła, a teorya undulacyjna poszła do muzeum starych rupieci i do książek przeznaczonych dla szkół ludowych i gimnazyów.

Drugi ważny wniosek wypływający z teoryi elektromagnetycznej Maxwella i stanowiący jeden z najważniejszych jej znamion jest wpływ magnetyczny prądów konwekcyjnych. Wiadomo że prąd jednego Ampera polega na przepływaniu ładunku jednego Coulomba na sekundę przez przekrój konduktora, i że ten prąd wytwarza dokoła siebie pole magnetyczne tak że przeprowadzając taki prąd po obwodzie koła otrzymamy w środku siłę $\frac{2\pi}{R}$ według prawa Biot-Savarta. Otóż Maxwell twierdził że takie samo pole magnetyczne powstanie, jeżeli zamiast przewodnika weźmiemy ciało naelektryzowane i poruszające się, więc np. jeżeli krążek obracający się dokoła swej osi z prędkością jednego obrotu na sekundę naładujemy tak że ładunek będzie jeden Coulomb, to powstanie pole magnetyczne dokoła tak samo jak gdyby prąd 1 Ampera przepływał po jego obwodzie.

A w ogólności zatem ruch ładunku elektrycznego e (przypadającego na jedność długości) z prędkością u równoważny jest prądowi o natężeniu eu.

Ładunki których w praktyce udzielić możemy takiemu przedmiotowi są bez porównania mniejsze niż 1 Coul., dla tego też z powodu drobności tych sił trudno ich istnienie wykazać, ale przecież doświadczenia wykonane z największą starannością

$0{\cdot}0000899 : 8.10^{19} = 1.10^{-24}$

$\left(\frac{e}{m}\right)(em) = 1.10^{4}$

96513 . 89873

9845
9536+

9381+

$8{\cdot}67 : 4.10^{19} = 2{\cdot}2\,10^{-19}$ Cul

przez Rowlanda (1876), i przed dwoma laty przez panów Cremieu i Pender (1902/3) potwierdziły w zupełności te przypuszczenia Maxwella.

Prądy takie, które polegają na ruchu ~~ciał~~ naelektryzowanych ~~elektrycznością~~, nazywamy prądami konwekcyjnemi. Pewien rodzaj ich od dawien dawna był znany t.j. przewodzenie prądu przez elektrolity. Tutaj ruch elektryczności związany jest z ruchem ~~atomów~~ ~~atomów, albo całej~~ jonów, t.j. atomów lub też pewnych grup atomów, naładowanych elektrycznością. Tak n.p. przewodzenie elektryczności przez kwas ~~siarkowy~~ azotowy następuje wskutek tego że jony wodoru H_+ posuwają się ku biegunowi ujemnemu, a jony NO_3-, $Cl-$ ku biegunowi dodatniemu (anodzie).

Ważnem jest że przy tem zjawisku okazuje się iż każdy jon jednowartościowy ~~[illegible]~~ zaopatrzony jest zawsze jednym i tym samym ładunkiem, jak to wynika z praw Faradaya elektrolizy. Można nawet wielkość jego oznaczyć, do wydzielenia ~~[illegible]~~ 1 gramu H_2 potrzeba mianowicie przejścia ilości elektryczności 96513 Coul. zatem $1 cm^3$: 8·67 Coul. a w $1 cm^3$ znajduje się jak wiemy z teoryi kinetycznej gazów 4.10^{19} drobin H_2 zatem ładunek jednego H atomu który waży wynosi $1{\cdot}1.10^{-19}$ Coul $= 1{\cdot}1.10^{-20}$ (em) $= 3{\cdot}3.10^{-10}$ (st.) (ładunek dwuwartościowy jon Cu Zn O waży $6{\cdot}6.10^{-10}$)

Otóż już w roku 1881 Helmholtz zwrócił uwagę na fakt że przy elektrolizie elektryczność znachodzi się jedynie w ilościach wielokrotnych tego ładunku elementarnego, że to jest najmniejsza ilość która może zostać wydzielona, i wypowiedział z tego przypuszczenie, że może elektryczność, tak samo jak materya ma skład atomistyczny; myśl którą później Boltzman bardzo popierał. Obecnie wiemy że

tak jest i ~~owe~~ atomy elektryczne to są właśnie elektrony.

Ale powróćmy do teoryi elektromagnetycznej światła. Także ona naprowadziła na to samo pojęcie elektronów. Przedewszystkiem sam fakt, że ciała wszystkie bezustannie wydają z siebie promieniowanie (jeśli temperatura niska tylko promienie pozaczerwone, cieplne, w wyższej temp. (powyżej 500° [temp. czerwonego żaru ~700°]) także świetlne) sam ten fakt wskazuje na to że w [drobinach się] atomach coś musi być, co bezustannie wytwarza fale elektromagnetyczne. Nie mogą to być iskry elektr., bo skąd by się brała energia do tego potrzebna, ale jak obecnie sobie tłumaczymy, są to właśnie owe elektrony które, tak samo jak atomy są w bezustannym ruchu drgającym i wskutek tego wysyłają fale elektromagnetyczne. ~~[illegible]~~ Planck, który ~~[illegible]~~ [rozwinął] teoryę elektromagnetyczną promieniowania i na jej podstawie doszedł do ogólnego ~~[illegible]~~ [prawa] promieniowania empirycznie stwierdzonego, był nawet w stanie [ze znanej ciałom promieniowania] obliczyć elementarny ładunek takiego elektronu, mianowicie $4{\cdot}69 \cdot 10^{-10}$ (est.). Powrócimy później jeszcze do tej liczby.

Elektromagnetyczna teorya światła w swej pierwotnej formie posiadała różne słabe strony, przedewszystkiem nie zdawała sprawy z istnienia [rozszczepienia] dyspersyi i absorpcyi w izolatorach. [np. w łamanie $n=\sqrt{K}$] ~~Tłumaczyła że metale jako przewodniki są nieprzezroczyste~~, ale Dopiero gdy Helmholtz, [Kolacek 1887] ~~Sellmeier~~, a zwłaszcza w najdoskonalszej formie Drude [1892] uzupełnili tę teoryę uwzględniając wpływ, który muszą mieć elektrony ruchome w ciele się znajdujące, podstawiwszy ~~[illegible]~~ [do] rezonatorów akustycznych, dopiero wtedy otrzymano

wzory matematyczne dla współczynnika absorpcji i dla współczynnika załamania najzupełniej zgodne z ~~doświadczeniem~~ pomiarami doświadczalnemi. Te zjawiska absorpcji i dyspersji stanowią zatem już trzeci po kolei dowód dla istnienia owych elektronów, których obecność powodźimy.

Ale jeszcze wyraźniejsze wskazówki co do ich istoty daje zjawisko odkryte w roku 1897 przez Zeemana, mianowicie wpływ pola ~~elektro~~magnetycznego na promieniowanie. Zeeman obserwował widmo pochodzące od płomienia Bunsena zabarwionego na żółto sodem (okazującego jak wiadomo zasadniczo jedną linię charakterystyczną ~~[illegible]~~ D, która właściwie składa się z dwóch linij tak bardzo zbliżonych 5890 5896 że tylko w lepszych ~~[illegible]~~ spektroskopach można je rozróżnić. Otóż gdy wytworzył następnie pole ~~[illegible]~~ magnetyczne ~~H = 22.400~~ za pomocą bardzo silnego elektromagnesu, naokoło płomienia, pokazało się że każda z owych linij rozszczepiła się na dwie lub trzy, zależnie od pozycji magnesu, to znaczy że barwa promieni wysyłanych została zmieniona nieco przez obecność pola magnetycznego. Zmiana ta jest nadzwyczaj drobna i tylko w najlepszych aparatach dostrzegalna, i dla tego też uszła ~~[illegible]~~ innym badaczom, którzy – począwszy od Faradaya – za takiem zjawiskiem daremnie szukali. Zeeman zawiadomił o swem odkryciu prof. Lorentza w Leyden, który się zajmował wypracowaniem matematycznem teorji elektronów; a Lorentz ~~[illegible]~~ zauważył że jest to zjawisko w zupełnej zgodności z jego teorją i zjawisko to tłomaczy się w bardzo prosty sposób oddziaływaniem pola magnetycznego na ruch owych elektronów, których drgania ~~[illegible]~~ powodują promieniowanie, tłomaczą się także

$n' - n = \frac{He}{2\pi m}$ | $\frac{e}{m} = 1{\cdot}6 . 10^7$

zjawiska polaryzacyi, które przy tem występują, i obliczenie matematyczne oparte na tych obserwacyach nawet nasuwa pewne wnioski co do istoty owych elektronów. Pokazuje się że elektrony te działające posiadają ładunki ujemne i że stosunek ładunku elektrycznego do ich masy materyalnej wynosi $\frac{e}{m} = 1{\cdot}6.10^7$ (em)

Ograniczę się na tych kilku słowach co do wymienianych zjawisk, obszerniej jednak chciałbym omówić zjawiska innego rodzaju, t.zw. promienie katodowe, które najdzielniej przyczyniły się do odsłonięcia tajemnic istoty elektronów, i które najsilniejszy tworzą fundament dla tej teoryi.

Wiadomo że w zwykłych warunkach gazy są stosunkowo bardzo dobrymi izolatorami, a dopiero przy przekroczeniu pewnej bardzo znacznej siły elektromotorycznej (1 mm 4800 V., 2 cm 31.300, 1 m 3,000.000 V.) występuje nagłe przejście elektryczności, rozbrojenie w kształcie iskry elektrycznej. Gdy gaz rozrzedzamy, zmniejsza się jego wytrzymałość elektryczna, rozbrojenie następuje już przy znacznie niższem potencyale (7400 V.), a przebiega mniej gwałtownie, iskra rozszerza się i zamienia się w masę świetlną (której barwa zależy od istoty gazu) wypełniającą prawie całe wnętrze rury. Taką rurkę nazywamy Geisslerowską. Gdy jednak rozrzedzenie dalej postępuje, poniżej 1 mm $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{100}$ mm opór rurki znowu wzrasta, a zjawisko zmienia swój wygląd. Światło wypełniające rurkę i ciągnące się od katody do anody znika, a pozostają jedynie bardzo słabe, ledwie dostrzegalne, promienie, wychodzące z katody, które poznać się dają przedewszystkiem tem że miejsce rurki, na które wpadają,

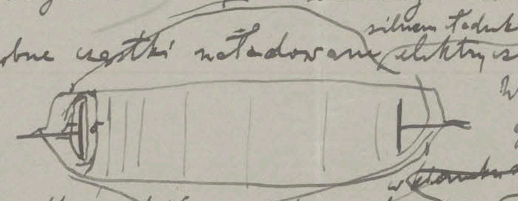
rozświetla się jaskrawo zielonym blaskiem fluorescencyi.

To są owe sławne promienie katodowe, odkryte i zbadane już 30 lat (1874) temu przez sławnego chemika angielskiego Crookesa, które jemu dały powód do wygłoszenia śmiałej hipotezy o czwartym stanie skupienia, długi czas pojedynczej i wyśmiewanej, aż się obecnie w mało co zmienionej formie doczekało wspaniałego zmartwychwstania.

Długi czas zwłaszcza Niemcy fizycy ~~...~~ próbowali wytłomaczyć dziwne zjawiska tutaj występujące rozmaitemi sposobami, aż wreszcie wobec odkryć Thomsona (1897) i Kauffmana wszyscy musieli przyznać, że jedynie teorya elektronów, przewidywana przez Crookesa daje objaśnienie wystarczające.

Wspomnę zaraz że znamy także liczne inne sposoby wytwarzania pocisków n.p. ciała żarzące, światło pozafiołkowe, ciała radioaktywne itd.

Według obecnego stanu nauki te promienie nie są niczem innem jak gradem strumieniem elektronów wyrzucanych z katody. ~~Elektrony~~ Już Crookesa wytłomaczenie polegało na tem, że są to drobne cząstki naładowane silnym ładunkiem elektrycznością ujemną i dla tego od katody wyrzucane.



W kierunku spadu potencyału $\frac{dV}{dn}$ zdobywają one ogromną szybkość; ~~w kierunku spadu potencyału~~

1). ~~Wreszcie ogromnej prędkości która przy tem nabywają,~~ poruszają się one w dalszym ciągu prawie prostolinijnie, prostopadle do powierzchni katody.

To jest pierwsza w oczy wpadająca właściwość różniąca ich od światła zwykłego, że się wcale nie kierują o miejsce gdzie się znajduje anoda, tylko prostolinijnie się rozchodzą.

Pochłaniane do pewnego stopnia przez gaz, przenikają przez blaszki aluminium.

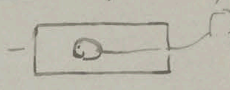
2) Wpadają w dalszym ciągu z wielką energią kinetyczną na ścianę i pobudzają jej drobiny i atomy do drgań, a zatem wytwarzają owe światło fluorescencyi.

Barwa jej zależy od rodzaju ~~dl~~ substancyi na które promienie wpadają.
Promienie Röntgena 1895 [illegible]

3). Oprócz tego oczywiście bombardament ten musi ogrzewać ścianę i wywierać

4). na nią pewne ciśnienie, ogrzanie rzeczywiście występuje bardzo silnie, tak że blaszka platynowa może zostać rozżarzona, a nawet przetopiona. Ciśnienie mechaniczne trudniej okazać. Crookes sprawdził tym sposobem obracający ruch wiatraczka pod wpływem tych promieni, ale zdaje się że ~~[illegible]~~ ~~ciele silniej działa [illegible]~~ w pierwszym rzędzie ruch ten należy przypisać siłom elektrostatycznym powstającym przez naładowanie łopatek koła ujemną elektr.

5). Nie wspominałem bardzo jeszcze, ale to się rozumie przez się, że miejsca na które te promienie wpadają, otrzymują silne ładunki elektryczne ujemne, i to zostało udowodnione przez staranne doświadczenia Perrina; co najdziwniejsze że nawet promienie które ~~[illegible]~~ przeszły przez cienką blaszkę aluminiową ~~[illegible]~~ bo takiej je przepuszcza poza nią znajdujące się ładują się elektrycznością ujemną.



To oczywiście dowodzi że transportują one ze sobą elektr. ujemną.

6). Dalszą konsekwencyą jest, że ~~[illegible]~~ na kierunek ich musi wpłynąć pole elektryczne, że przechodząc między płytami (w próżni!) kondensatora



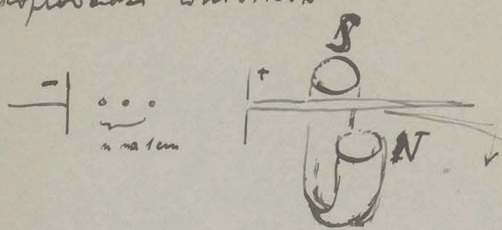
muszą się przegiąć w kierunku ku płycie +.

Nie mamy tutaj takiego aparatu, możemy jednak okazać inne zjawisko

7). nadzwyczaj ciekawe t.j. podobny wpływ pola magnetycznego. Na takie promienie musi bowiem magnes działać odchylająco, podobnie jak na drut prowadzący prąd elektr.

Gdyby silniejszy magnes to wszystkie się promienie w koło

Bardzo łatwo da się wykonać obliczenie, ~~tego~~ zresztą które nas do ciekawych doprowadzi wniosków



$$m\frac{d^2x}{dt^2} = 0 \qquad \frac{dx}{dt} = c \qquad \frac{mc^2}{2} = e(V-V_0)$$

siła większa normalna do drogi l i H — wytworzy koło

$$c = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

masa 1 cm

$$n\,m\,\frac{d^2y}{dt^2} = n\,c\,e\,H = \text{siła odśrodkowa} = n\,m\,\frac{c^2}{R}$$

$$\frac{1}{R} = \left(\frac{e}{m}\right)\frac{H}{c} = \sqrt{\frac{e}{m}}\,\frac{H}{\sqrt{2V}}$$

zatem ~~prędkość~~ krzywizna tem mniejsza czem mniejsze H

większe c zatem czem większe V

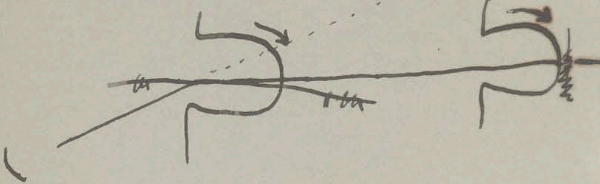
α). ~~Gdyby~~ rozróżniamy zatem „twarde" i „miękkie", z pierwszych promienie sztywniejsze bo c większe. Armata

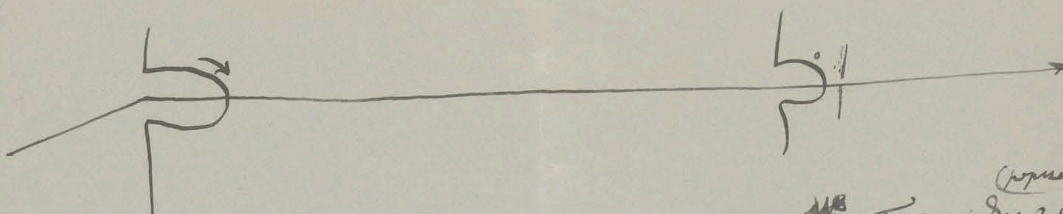
Moździerz

β). ~~Gdyby można osobno obliczyć $\frac{e}{m}$, c~~! Ale oprócz tego mamy tutaj środek ~~krzywizna~~ do obliczenia stosunku $\frac{e}{m}$: $\frac{e}{m} = \frac{2V}{HR^2}$; a potem z tego także c

obliczenie takie wykonał pierwszy Schuster potem, Thomson, i inni i pokazało się że wartość $\frac{e}{m}$ = mniej więcej 1.10^7 (el magn) i prędkości kolosalne, zależne od V ale rzędu wielkości $\frac{1}{10}$ prędkości światła. Jeden i drugi wniosek były nadzwyczaj zadziwiające, starano się oczywiście bezpośrednią metodą zmierzyć prędkość. Wykonali tę metodę nadzwyczajnie pomysłowy Des Coudres i Wiechert. Szczegółów nie podam, tylko zaznaczę zasadę tych doświadczeń. Polegały na podobnej zasadzie jak metoda Fizeau do mierzenia prędkości światła.

Wykazywał sobie dwa elektromagnesy albo naprzeciw (skrzyżowane) kawałki kondensatora które wytwarzają pole magnetyczne zmienne o różnych punktach, i tam powodują skrzywienie promienia





tak otrzymali $c = 20-50000 \frac{km}{sek}$ zatem liczby zupełnie zgodne z owemi (poprzedniemi).

więc otrzymaliście pośrednio także tamtą teorię w ogóle popiera.

Najdokładniejsze rezultaty otrzymuje się jednak inną metodą porównując zboczenie magnetyczne ze zboczeniem elektrostatycznem

$$\frac{n m c^2}{r} = n e E \quad \text{(przybliżenie)} \qquad \text{z tego} \qquad \frac{1}{r} = \frac{e}{m}\frac{E}{c^2}$$

$$\text{dzieląc:} \quad \frac{r}{R} = c\frac{H}{E}$$

Inne ciekawsze są jednak wyniki co do masy, pokazało się bowiem że stosunek ten $\frac{e}{m}$ jest zupełnie niezależny od natury gazu i od natury metalu z którego się składa katoda. A mianowicie $\frac{e}{m} = 10^7$ podczas gdy dla atomu wodoru $\frac{e}{m} = 10^4$ zatem 1000 razy mniej.

Ażeby módz dalsze wnioski z tego wyciągnąć trzeba było poszukać metody do obliczenia e samego. Wykonali to Thomson i Wilson zapomocą metod nadzwyczaj pomysłowych polegających na tem że para wodna przesycona kondensuje się (pod wpływem prom. katodowych) na tych elektronach i że z ilości kropelek wytworzonych i z ilości elektryczności

przewodzonej może być e obliczyć. Otrzymali $e = 3{,}4 . 10^{-10}$ (est.)

znowu jednakową w wszystkich gazach.

Jest to ta sama ilość którą transportuje 1 ~~...~~ atom H przy elektrolizie.

zatem wynika że m jest 1000 razy mniejsze! Więc podczas gdy dawniej atomy uważano za niepodzielne pokazało się że istnieją jeszcze elektrony 1000 razy mniejsze! Thomson wnioskuje z tego w związku z równością wartości $\frac{e}{m}$ dla ~~różnych~~ wszystkich substancyj, że atomy składają się właśnie z drobnych cząstek $\pm \mp \pm \ldots$ i że taki atom utraciwszy jeden elektron staje się atomem dodatnim, (dodatnim jonem w elektrolizie). To byłyby zatem składniki właściwej materyi, te cegły z których atomy są zbudowane.

A trzeba przyznać że liczne zjawiska przemawiają za tą teoryą, w pierwszym rzędzie fakt, że rzeczywiście ~~...~~ atomy jednego pierwiastka chemicznego mogą się zamieniać na atomy innego rodzaju (Ra → He), a dalej różne zjawiska ciał radyoaktywnych, jako złożoność widma pierwiastków.

Obecnie jednak chciałbym jeszcze zwrócić uwagę Panów na inny szczegół nadzwyczajnie ciekawy. Pokazało się bowiem (przy pomiarach bardzo dokładnych Kaufmanna) że liczby dla $\frac{e}{m}$ nie są zawsze te same; że one nie zależą od natury ciał ale ~~...~~ do pewnego stopnia od prędkości c. Okazuje to następująca tabliczka Kaufmanna

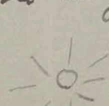
$v =$	$\frac{m}{e} =$
$2{\cdot}36 . 10^{10}$	$0{\cdot}763 . 10^{-7}$
2·48	0·855
2·59	1·025
2·72	1·299
2·85	1·587
$3{\cdot}00 . 10^{10}$	

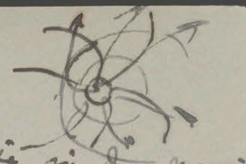
Jakież to zjawisko wytłomaczy?

Otóż tłomaczy się to za pomocą nadzwyczaj śmiałej hypotezy, już kilkanaście lat temu przez Lodge'a i innych wypowiedzianej, że masa materyalna jest tylko pozorną, że to co rzeczywiście istnieje jest tylko elektryczność, a bezwładność materyalna jest tylko skutkiem tego ładunku.

Że elektryczność poruszająca się, okazuje zjawiska analogiczne do bezwładności, to od dawien dawna wiadomem, nazywamy to skutkiem indukcyi własnej Selbstinduktion, ~~[illegible]~~ [tłomaczymy to wprowadzeniem energii potencyalnej pola magnetycznego] i jesteśmy nawet w stanie dokładnie to obliczyć. Np. gdy prąd przepływa przez solenoid, a wyłączymy siłę elektromot., to działa jeszcze przez jakiś czas Extrastrom, dalej w tym samym kierunku, tak jak gdyby tutaj ~~[illegible]~~ woda płynęła w rurze z rozpędem. Coś podobnego nastąpić musi także, gdy jeden elektron się porusza. Powiedzieliśmy że „elektron poruszający się powoduje pole magnetyczne tak jak gdyby drucik prąd ~~[illegible]~~ ec, ~~[illegible]~~ zatem powstaje [w skutek ruchu każdego elektr.] energia potencyalna prądu proporcyonalna do i^2 t.j. do c^2, która w razie gdybyśmy ów elektron chcieli zatrzymać tak samo by starała utrzymać go w ruchu jak indukcya własna powoduje ~~Extrastrom~~ extraprąd. Zatem ~~[illegible]~~ ciało naładowane już w skutek swego ładunku ~~[illegible]~~ okazywać musi zjawiska bezwładności, nie potrzeba wcale przyjmować jakiejś bezwładności materyalnej. ~~Tłomaczy~~ Energia kinetyczna ruchu tego w rzeczywistości byłaby tylko energią potencyalną pola magnet.

~~Ale~~ Dla małych prędkości będzie ona $\propto c^2$ i masa pozorna będzie stała. Ale zmienia się to przy wzroście prędkości do granicy prędkości światła.

Dopóki ruch powolny pole elektr.  symetryczne i pole magn. normalne,

ale zmienia się to  wskutek skończonej prędkości itd. [illegible]

gdy prędkość ruchu zbliża się do granicy 3.10^{10}, wtedy prawo Biot Savarta

traci ważność, i owe obrazy się zmieniają.

(Abraham Thomson)

$$m_{\parallel} = m_0 \left[1 + \frac{2}{5}\left(\frac{c}{V}\right)^2 + \frac{9}{5.7}\left(\frac{c}{V}\right)^4 + \cdots\right]$$ więc przy wzroście prędkości

pozorna masa musi się powiększać, co wypisuje się zgodne zupełnie z owemi

liczbami.

Jeśli więc dalsze pomiary potwierdzą tę zgodność musimy przyznać że stanowi [1])

to dowód, że ~~z~~ masa jest tylko pozorną, i że [2]) prawa mechaniki

Newtona są nieścisłe. Masę Newton uważa za coś zupełnie stałego,

podczas gdy zmienia się ona przy prędkościach rzędu V, i co jeszcze ciekawsze,

różna w różnych kierunkach, tak że prawo superpozycji itd. ustają ważność popadki[?]

Naturalnie nie ma niebezpieczeństwa dla naszych praktycznych zastosowań

mechaniki, bo tu nigdy nie wychodzimy ponad prędkości może 1000 m/sec;

w astronomii, nawet prędkość ziemi koło słońca drobna 29.5 km/sek.

Ale dla nauki samej jest to wniosek ogromnej wagi który ~~nam~~ otwiera

niespodziewaną perspektywę.

(Ramiensystem dowodzi tutaj)[?]
Obraz teoryi elektronów ~~który tutaj dziś~~ jedynie w bardzo ogólnych zarysach,

~~[illegible]~~ ograniczyłem się do (pobieżnego) omówienia zjawisk prom. katod., a bodaj wspomnieć

o tylu innych zjawiskach (dyspersya, absorpcya, (zjaw. termo[?] (promieniowanie ciepła) o przewodnictwie elektr. w metalach, zjaw. magnet.

nad ruchem eteru względem ziemi, o zjawiskach ciałach radyoaktywnych) które wszystkie

z tym przedmiotem są w związku i tę teoryę popierają. Kładę tylko jeszcze raz nacisk

na zgodności liczb otrzymanych według metod zupełnie odmiennych na wartość $\frac{e}{m}$

Teorya ta jeszcze bynajmniej nie jest wykończoną, zwłaszcza zachowywanie się elektronu dodatniego jest jeszcze dosyć niejasne, ale widzimy w każdym razie że zasady jej są dostatecznie potwierdzone. Kto się bliżej temi sprawami zajmuje doznaje dziwnego uczucia, jakby zawrotu głowy na myśl o perspektywach które się obecnie nauce otwierają. Dokąd nas ten pęd w nauce poprowadzi, niepodobna przewidzieć, ale to pewne że jest to początek wspaniałego dalszego rozwoju i ~~[illegible]~~ zapowiedź dalszych nadzwyczajnych odkryć, jakiego jeszcze nie było w historyi tej nauki.

Czy istnieją atomy?

Ewolucya teoryi fizycznych.
Rozwój obecnych teoryi fizycznych

Z dziedziny fizyki

Podział fizyki według dróg spostrzegania   książki kantowe

mechanika (uczucie mięśniowe) dotyk zmysł równowagi   akustyka, optyka, ciepło, smak = chemia

elektryczność i magn. = rzecz, coś co rozważać nieznanego zmysłu w jakiejkolwiek z tych sposobów może się objawić

niezrozumiałe? Czy rozumiemy czemu kamień spada?

solipsismus   nieprzyzwyczajeni   historyczny późny rozwój i indywidualnie późny

od dzieciństwa zapoznajemy się z dźwiękami i światłem

o elektryczności wszyscy dopiero w szkole pierwszy raz słyszymy

Może kiedyś w przyszłości inaczej?

Taki też dawniejszy stan nauki

Przypadkowanie etc.

Podręcznik fizyki nowoczesny

mechanika   ciepło   elektryczność

akustyka należy do mechaniki   [istnieje jeszcze część fizyologiczna, ale to nie do fizyki]

optyka   dawniej do mechaniki, obecnie (do elektryczności)

Trzy współzawodniczące teorye mechanistyczna, energetyczna, elektr.

1). Ciepło = rodzaj ruchu, teorya kinet. gazów, atomy wirowe, Hicksa, Bjerknes

teorya modeli, eter girostatyczny, stało! elektr. Maxwell

zniechęcenie, trudność rachunków, wykład Ostwalda etc.

2/.

Energetyka

~~Zdoln~~ Chemia fizyczna, niema różnicy chemii a fizyki, (roztwory,

Stany równowagi

Zjawiska nieodwracalne? ... przestaje zgadzać się teorya

3/. elektromagn. teorya ~~st~~ w ostatnich 50 latach

Trwało dość długo zanim poznano zasadnicze fakta

Do każdego z nich dodawano osobną teoryę magnetyzm, elektrostatyka { elektryczność tarcia,

elektr. galwaniczna, ~~[illegible]~~ elektromagn. etc.

wszystko nie powiązane ze sobą

Jedna próba Webera nie udała

Dopiero Maxwell

domyślił drogę mechaniczną, ale później usunął ślady tego rusztowania, zostawiając jednak następujące

Hertz: równania

zasadniczy rys: równania różniczkowe, ~~[illegible]~~ co się stanie w danym punkcie zależy od jego

bezpośredniego otoczenia, wszystko także tak się wyraża że siły elektr. nie na odległość

ale ~~przez~~ za pośrednictwem eteru [Właściwie nie jest to ściśle „eter" i „siła" nie ma w równaniach]

zawiera I prawo elektromagn.

II indukcyi

III energii

daje te same rezultaty, oprócz tego hipotet. dodatki i wnioski nowe.

1/. drgania elektromagn., teorya światła, prędkość, związek z tym ominięcie fal podłużnej

Hagen i Rubens

2/. prądy konwekcyjne Rowland Crémieu Pender (elektrolizy)

Ale jeszcze braki w pierwotnej formie nieuwzględnieniu struktury ~~molekularnej~~ ciał dyspersyę, optyczna

Poprawa przez uwzględnienie elektronów = atomów elektr. [Zeeman, promienie katodowe etc. Drude ~~[illegible]~~ Voigt Frau. etc. promieniowanie (Planck)]

73

większe lub mniejsze przyzwyczajenie

[Możemy robić zawsze zestawienia i nie mamy prawa do mówienia o ~~[illegible]~~ niezgodności. np. [illegible] = dziury w eterze (Hicks!)]

Czy (zatem) mechanicyzm twoje fizyczne, darwinizm, determinizm?

Przypuszczalnie nie; dla wszystkich pojęć [illegible] pozostają w każdym razie

takie same i tam ~~[illegible]~~ rozumowanie starym sposobem zawsze wygodniejsze

od nowego. Twoje konstrukcje powinny tak te nowe tezy od starych może przyjąć

A o to tylko chodzi żeby poznać jak największą faktów i żeby [illegible] ująć je razem w taki sposób, żeby najłatwiej je w umyśle zatrzymać, żeby [illegible] [illegible]

Może kiedyś jeszcze zmieni?

[Tak jak fabryczka pana X, kupuje ją pan Y, firma (sklep) zmiana, coś nieco się zmieni, pieniądze będą płynąć w inną kieszeń, ale fabryka nie potrzebuje się zburzyć, inwentarz pozostanie]

~~[illegible]~~ Nauczyliśmy się tolerancji

Otwiera wojnę [illegible] ateistyczne i [illegible] [illegible] energię za to co [illegible] [illegible], to obecnie zupełnie przestarzały punkt widzenia

[illegible] tego co mówiliśmy, [illegible] [illegible].

[ale i to nie [illegible] nic nie wiemy nic o [illegible]; i nigdy nie będziemy wiedzieli, nawet

nie wiemy czy wszystko mieści się w przestrzeni trójwymiarowej czy w [illegible] więcej wymiarowej

Nas interesuje tylko spostrzeżenie przez nas zrobione, to wszystko – jeśli tylko ~~[illegible]~~ nas [illegible] z [illegible] –

Jesteśmy kontenci że mamy aż trzy takie drogi poznania

Znowu jedno porównanie: jak by nam chodziło o poznanie i zorientowanie się w

nieznanym kraju, albo jedną drogą, albo drugą, albo trzecią, każda swoją konną.

~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ Poznanie te same kraje, ale z innych punktów widzenia i w innym porządku.

Czasem na jednej się [illegible] [illegible] spotkać, może się okazać że jedna ~~[illegible]~~ ślepa uliczka.

Ale ~~[illegible]~~ nie można twierdzić że tylko jedna jest właściwą drogą. Obecnie najdalej

doprowadziła droga elektromagnetyczna.

Najciekawsze katodowe: teraz emisyjne

emisyjne prędkości, masę el. i masę mech. ; niezal. od rodzaju gazu etc. ale

zależność m od napięcia elektr. i co za tem idzie, od v

nie odróżnia się w ruchu chemicznym

Pozorna masa elektrody

tak jak indukcya Faraday po przew. prądu

Zatem byłaby ~~masa cał~~ mechanika sprowadzona do równań Maxwella

Wien, grawitacya?

ale nie tylko to, nawet przewrót mechaniki Newtona

1). masa = quantitas materiae quae .....

niedogodnie wysłowiona, krytyka Macha, ale zawsze pozostaje pojęcie niezmienności

masy

2). składania sił co wynika z definicji z pomocą przyspieszenia

---

1). niesprawdzone bo masa = zależna od prędkości

2). masa w różnych kierunkach różna, ~~wzgl. etc~~ (jeszcze nie potrzebne?)

Co prawda że tylko przy ogromnych prędkościach

Sam fakt że można uzasadnić mechanikę elektryczną i że masa prawa ma nic wspól.

posiada ogromną doniosłość

Dla laików bardzo dziwne wszędzie tylko elektryczny. „siły" ruchy ~~siły~~ elektryczne, w niektórych punktach elektr. zbierają się skutkiem elektr. albo „dziw ?"

to co materyą nazywaliśmy ...

ale w rzeczywistości zupełnie równie uprawniona i również zrozumiała jak materya, dlatego tylko

Kto nie śledził bacznie postępów fizyki w ostatnich czasach, lub kto ją zna tylko z podręczników elementarnych n. p. gimnazyalnych, ten się zdziwi niemało, gdy weźmie do ręki nowoczesny podręcznik fizyki teoretycznej, lub jeśli się zapisze np. na wykłady fizyki teoretycznej na naszym uniwersytecie.

Przedewszystkiem zdziwi go sam podział przedmiotu.

U nas n. p. wykłada się trzechletni kurs fizyki teoretycznej: przez jeden rok mechanikę, następny elektryczność, wreszcie naukę o cieple. Czy to jest cała fizyka? Co się stało z akustyką, a co z optyką? Otóż akustykę odkrywamy pod zmienionym tytułem: „małe ruchy peryodyczne" gdzieś jako oddział mechaniki, a optyka według dawniejszego systemu przydzielona bywała do mechaniki, obecnie zaś tworzy, wraz z tem co dawniej nazywano ciepłem promieniującem, czyli raczej promieniowaniem ciepła, część nauki o elektryczności.

Ta różnica podziału nie jest tylko zewnętrzną, pochodzi ona z różnicy metody; fizyka elementarna dzieli zjawiska według wrażeń, które one na ludzkiem ciele wywierają, czyli według sposobów spostrzegania tych zjawisk. To co działa na narząd słuchu należy do akustyki, co działa na oko stanowi optykę, uczucie ciepła charakteryzuje zjawiska termiki; a uczucie mięśniowe (nacisk ręki), w połączeniu z wrażeniami wzrokowemi i dotykiem (gdy ręką uderzamy o przedmiot) wraz z mało zbadanym hypotetycznym zmysłem równowagi

charakteryzuje zjawiska mechaniki. Posiadamy jeszcze jeden zmysł: smaku, ale zjawiska do niego należące, któremi zajmuje się chemia, zwykle nie zaliczamy do fizyki, chociaż że ~~rozwój chemii~~ (oddzielenie chemii od fizyki) jako osobnej ~~dziedziny~~ nauki polega nie na przyczynach rzeczowych, tylko na przypadkowym rozwoju historycznym. Oprócz owych dziedzin istnieje jeszcze pewna grupa zjawisk, t.j. elektromagnetyzm, dla których nie posiadamy specyalnego zmysłu, ~~i które dlatego~~ ~~które w pierwotnem życiu mało na siebie zwracały uwagę~~, które się objawiają ~~[illegible]~~ dopiero pośrednio, wskutek zaburzeń w normalnym przebiegu zjawisk mechanicznych, optycznych, chemicznych, cieplnych, i t.d. Dlatego też: ~~Dlatego też w pierwotnem życiu mało na siebie zwracały uwagę i dopiero od jakich sto lat bliżej zbadane zostały~~ Podczas gdy dziecko doznaczne znacznie już posiada praktykę dość dokładną co do zjawisk mechanicznych, akustycz., opt., cieplnych, to ze zjawiskami elektromagnet.) zapoznaje się dziecko bardzo późno, dopiero na ławce szkolnej, i zwykle w sposób bardzo pobieżny. Taksamo też rzecz się miała ze historycznym rozwojem ludzkości; dopiero od jakich sto lat te zjawiska bliżej zostały zbadane, co prawda zastosowania ich obecnie już pierwszorzędną odgrywają rolę, ale zawsze jeszcze każdemu, kto nie jest zawodowym fizykiem lub elektrotechnikiem, elektryczność wydaje się czemś tajemniczego, niezrozumiałego. Co prawda że tylko wydaje się, bo w rzeczywistości istota elektryczności tak samo jest zrozumiała czy niezrozumiała co istota masy mechanicznej, siły i t.d. tylko że mniej z nią jesteśmy obyci, mniej do niej przyzwyczajeni aniżeli do zjawisk mechanicznych.

Fizyka naukowa odrzuciła także wychodzi z owych zjawisk, które naszemi zmysłami spostrzegamy, stara się przedewszystkiem zbadać prawa

które niemi rządzą, następnie zaś porzuca ów podział na optyczny, akustyczny, mechaniczny i t. d., który by nazwać można podziałem fizjologicznym, jako polegający na przypadkowych właściwościach organów ciała ludzkiego, i stara się, ile możności abstrahując z cech fizjologicznych, porównywać zjawiska rozmaitych dziedzin, wyszukiwać analogie i wyszukiwać ukryte między niemi związki. To jest pole działania fizyki teoretycznej.

Cel i znaczenie tej pracy jest jednak zupełnie inny aniżeli zwykle sobie wyobrażamy.

Pierwszym szczeblem w poznaniu jest świadomość ograniczoności i niedoskonałości naszych zmysłów. Wiemy, że drgania powietrza spostrzegamy słuchem jako głos tylko jeżeli nie są za powolne (> 18) i nie za szybkie (zależnie od indywidualności -10 - 60 < 40000), inne zaś nie działają na nasze ucho; wiemy że istnieje ogromny obszar promieni o właściwościach podobnych do światła, o długościach fal sięgających od 0·18μ do 60μ, a z tych tylko jakby przypadkowo pewne wąskie zakresy w granicach 0·4 – 0·8μ działają na oko ludzkie jako światło. Więc powstaje wyobrażenie, że poza światem naszych zmysłów istnieje jakiś inny świat niezmierny, i rodzi się chęć poznania tego świata szczegółowego, niezmiernego mechanizmu przyrody, którego objawy tylko czasami nam są zmysłowo dostrzegalne, rodzi się dążenie do wytłomaczenia zjawisk obserwowanych ukrytemi wewnętrznemi mechanizmami.

Większość ludzi sądzi, że właśnie takie badania stanowią zadanie fizyki teoretycznej. Tak np. teorya kinetyczna przedstawia nam ciepło jako

rodzaj ruchów atomów i drobin ciał, ~~[illegible]~~ przeprowadzenie matematyczne tej teorji okazuje zadziwiającą zgodność wniosków z niej wyprowadzonych z doświadczalnie poznanemi prawami co do własności mechanicznych i cieplnych gazów, a także o ile częściowo ~~także wyprowadzone~~ ~~[illegible]~~ cieczy i ciał stałych.

Mimo to twierdzę, że fizyka nigdy ~~[illegible]~~ dowieść nie potrafi iż także rzeczywiście jest mechanizm zjawisk cieplnych; ~~[illegible]~~ twierdzę, że nigdy ~~[illegible]~~ fizyka istoty rzeczy poznać nie może i twierdzę że to także wcale nie jest jej zadaniem.

To ~~nie~~ zresztą jest mojem osobistem zapatrywaniem tylko, ale zgadzają się z niem zdania pierwszorzędnych powag na polu fizyki wspomnę np. tylko Boltzmanna, Poincarégo, w ogóle można powiedzieć że to jest panującem obecnie zapatrywaniem w sferach naukowych. ~~Z kąd pochodzi ten sceptycyzm~~

Jakież są podstawy tak sceptycznego zapatrywania? Przedewszystkiem świadomość, że tutaj w grę wchodzi zawsze więcej czynników niewiadomych aniżeli możemy jednoznacznie określić, innemi słowami: że każde zjawisko wytłomaczyć można w nieskończenie wiele sposobów! W nauce, mając do wyboru między dwiema teoryami równie dobrze się zgadzającemi z doświadczeniem, przyjmujemy tę która jest prostsza, albo raczej: która nam się wydaje prostszą. Z kąd jednak wiemy że właśnie prostsza teorya ~~ma~~ jest ~~[illegible]~~ prawdziwą? Żadnej w tej mierze nie mamy pewności.

Zdarzało mnie się kilka razy, że się mnie spytano, czy wierzę ~~rzeczywiście~~ że te atomy i drobiny, których ilość, wielkość itd. obliczamy, rzeczywiście istnieją.

Odpowiadam wtedy: że wogóle nie wierzę w rzeczywistość żadnych teoryi fizycznych. Istnieje pewna ~~[illegible]~~ teorya filozoficzna nazwana solipsismem bardzo dziwaczna na pozór. Taki solipsysta powiada: ~~Nie wiem czy~~ Wogóle nie istnieje świat zewnętrzny, poza moją świadomością, czy wszystko to co widzę, słyszę itd. nie jest tylko halucynacyą, snem, obrazem chorobliwej fantazyi. ~~Zdaje mnie się przynajmniej, że dotychczas~~

Nie powiadam bynajmniej, że się przychylam do tego zapatrywania, ale z tego że możliwe jest takie zapatrywanie i że nie ma sposobu dowieść jego mylności filozof. wynika że nie potrafimy nawet udowodnić istnienia świata zewnętrznego, a o ile mniej jeszcze potrafi fizyka dowieść takiej lub innej jego (rzeczywiście istniejącej) konstrukcyi!

Pomijam trudność naznaczoną w tem ostatniem powiedzeniu i polegającą w tem, że istotom niżej zorganizowanym co innego będzie się wydawało prostszem, aniżeli wyżej organizowanym — skorpionowi książkowemu, który żyje tylko między kartkami książek i wyrobił sobie tylko geometryę dwuwymiarową, będzie się linia geodetyczna na powierzchni kuli wydawać najkrótszą, podczas gdy człowiek o pojęciu przestrzeni trójwymiarowej cięciwę uważa za najkrótszą. Ale przedewszystkiem nasuwa się pytanie: Zkąd wogóle wiemy, że właśnie najprostsza teorya ma być prawdziwą?

Żadnej oczywiście pod tym względem nie mamy pewności.

Oprócz tego też zauważyć należy, że żadna teorya fizyczna jako wytłomaczenie nie jest zupełna. Sprowadzamy zjawisko do pewnego mechanizmu, do pewnego zjawiska elementarnego, ale ostatecznie musimy dojść do jakichś ostatnich, jako podstawowe uważanych praw, których bliżej tłomaczyć i na inne sprowadzać nie będziemy, lecz które trzeba przyjąć jako fakty. Tutaj tłomaczenie by się zatem skończyło.

Okazuje się z tego wszystkiego, że gdyby zadaniem fizyki teoretycznej było zbadanie rzeczywistej konstrukcyi świata kryjącej się poza zjawiskami zmysłowo dostrzegalnemi, toby ta nauka znajdowała się w bardzo przykrem położeniu, bo dążyłaby do celu fantastycznego, którego jak z góry przewidzieć można, nigdy nie potrafiłaby osięgnąć.

To badanie istoty świata, w-- wolimy zatem pozostawić filozofii, właściwa

metafizyce, a zadanie fizyki ograniczamy w taki sposób że może być wszystkim spełnione

Jako zadanie fizyki wogóle będziemy zatem uważać nie badanie natury takiej jaką ona istotnie jest, tylko takiej jaką ona się nam przedstawia — tem się zadowolimy. Zadanie teoryi fizycznych w tem badaniu możemy określić w rozmaity sposób, albo w myśl definicyi Kirchhoffa, że polega ono (jest niem) na wyszukaniu najprostszego sposobu opisania zjawisk fizycznych, albo według Macha wyrażenia związku między rozmaitemi zjawiskami x y z ... zapomocą najprostszej matematycznej funkcyi $x = f(y\, z \ldots)$; ~~albo wreszcie według~~ Boltzmanna, według którego najtrafniejszem jednak wydaje mi się określenie (chodzi tu o wynalezienie takiej konstrukcyi, takiego modelu, któryby dał jak najdokładniejszy obraz zjawisk obserwowanych. Tak np. nie mamy pretensyi żeby kinetyczna teorya ~~ciepła~~ odpowiadała (przedstawiała) nam rzeczywistą istotę ciepła, tylko twierdzimy że jest ona w każdym razie doskonałym modelem tych zjawisk cieplnych, które w naturze obserwujemy, i na którym je możemy studyować.

Korzyść z takiego modelu, takiej teoryi, jest dwojaka.

Zrozumiemy to najlepiej przy pomocy innego przykładu t.j. wyznaczenia jakiejś empirycznej formułki (przedstawionej zapomocą krzywej) na podstawie pewnej ilości danych punktów obserwowanych. Taka formułka jeśli stosownie dobrana przedstawia tę korzyść, że obejmuje równocześnie wszystkie owe pojedyncze obserwacye, więc ułatwia przegląd i użytkowanie ~~ich~~ [illegible] wskutek systemu i ładu w nie wprowadzonego, a powtóre że można

też z pewnem prawdopodobieństwem interpolować lub ekstrapolować t.j. wnioskować o punktach, w których jeszcze bezpośrednich obserwacyj nie poczyniono.

Tak samo teorya fizyczna, czyli model, obejmuje całokształt zjawisk pewnej kategoryi i uprzystępnia je naszemu umysłowi.

Wiadomo, jak trudno jest zapamiętać szereg faktów (czy danych liczbowych) izolowanych nie powiązanych żadną myślą logiczną, i o ile łatwiej je zapamiętamy jeżeli istnieje między niemi jakiś związek logiczny. Ale teorya jest nie tylko środkiem mnemotechnicznym, ona tworzy najlepszy środek do zupełnej asymilacyi owych faktów z naszym umysłem, tak, że się z prawami ich oswoimy, że się nam wydadzą zupełnie zrozumiałemi, i że prawie instynktownie przewidywać będziemy mogli, jak te zjawiska w danym razie się będą odbywać. Czasami nawet asocyacye połączone z jednym słowem, terminem technicznym są już wyrazem takiej teoryi, takiego modelu. Np. „prąd elektryczny" dla elektrotechniki, prąd magnetyczny,

[Choć należy się wystrzegać przenoszenia asocyacyj takich poza obręb zjawisk, gdzie one są usprawiedliwione!]

Co do ekstrapolowania, t.j. co do przewidywania zjawisk jeszcze niedoznanych na mocy teoryi, jest rzeczą naturalną, że może ono nastąpić tylko z większem czy mniejszem prawdopodobieństwem, oczywiście tem większem, czem więcej faktów teorya już obejmuje i czem dokładniej odpowiada danym obserwacyom.

Historya wiedzy na każdej niemal karcie uczy nas o upadku zdumiewających

odkryciach tę drogą dokonanych, na mocy przewidywania teoretycznego i następnego stwierdzenia doświadczalnego. [Leverrier & Adams ♆, Hamilton wewn. załamanie stożkowe, Maxwell niezal. lepkości gazów od gęstości, przewodnictwo cieplne gazów, fale elektryczne etc., Boltzmann – Kundt & Warburg ciepło wł. pary Hg, etc ...]

Jakkolwiek więc zdawało się że (słusznie co) z dotychczasowej dziedziny teorye fizyczne, bo nie mamy pretensye żeby one były rzeczywiste, tylko żeby one były dobremi modelami, widzimy przecież że znaczenie i doniosłość ich jest ogromna. Co więcej, tylko tak pojęciowy ich zadanie przyznać możemy, że odbywa się w ogóle postęp w nauce. Uważając odkrycie rzeczywistości za cel, musielibyśmy chyba zwątpić o jego osiągnięciu na samą myśl o ciągłem zmienianiu się, powstawaniu i obalaniu teoryi (często wprost przeciwnych) w ostatnich kilku dziesiątkach latach. Według naszych pojęć zaś te teorye tworzą szereg rozmaicie wyglądających lecz coraz doskonalej funkcyonujących modeli. Istota ich jest obojętna, chodzi tylko o funkcyonowanie (o dokładność z którą one oddają zjawiska), a pod tym względem ciągłego postępu nikt zaprzeczyć nie może.

Tylko z tego punktu widzenia także zrozumiałem jest pewne zjawisko, które nie mało musi dziwić ludzi niefachowych t.j. że uczeni z ogromną tolerancyą posługują się rozmaitemi teoryami, czasami nawet sprzecznemi, budują spekulacye na podstawie jednej, potem wprost przeciwnej teoryi. Nic w tem nie ma zdrożnego (z naszego stanowiska), bo możemy przecież na przemian posługiwać się najrozmaitszemi modelami, tem lepiej czem więcej ich mamy!

V ~~Niejeden~~ Jak często się zdarza że nam ktoś komu długi czas wykładaliśmy o

— nazwijmy go A —

~~[illegible]~~ zjawiskach elektrycznych, stawia na końcu pytanie: Dobrze, ale co to właściwie jest, w najogólniejszym, ta elektryczność? ~~Odpowiadamy~~ Fizyk B mu ~~[illegible]~~ odpowie: Niewiem.

A: A więc na to cała twoja nauka! Więc musisz przyznać że wszystkie twoje badania są daremne, że ~~nigdy~~ tej zagadki nie rozwiążesz!

B: (Przyznanie) Nigdy nie wolałem się zawracać zagadki nierozwiązalnej, ale w zamian tobie stawiam pytanie: co to jest materya?

A: Jak to materya to co ty —

B:

A: Przyznaję że nie potrafię tego bliżej wytłomaczyć, ale nam pomimo że to rozumiem.

B: Tak samo będzie z elektrycznością. Nauka elektr. nie będzie daremną. Jeśli się nią naprawdę zajmiesz odniesiesz wielką korzyść: wprawdzie nie otrzymasz odpowiedzi na pytanie: co to jest elektr., ale wnet nie będziesz stawiał tak głupich pytań, bo się tak oswoisz z temi zjawiskami że Ci się będą wydawać całkiem zatwierdzonemi.

Najlepszy sposób do takiego przyzwyczajenia: model

W ostatnich kilkunastu latach nastąpił taki nadzwyczajny niebywały przewrót w teoryach fizycznych — można by to zresztą równie dobrze nazwać nie przewrotem tylko rozwojem — że powinien ten przedmiot zająć nie tylko specyalistów ale także szersze koła ludzi zajmujących się naukami ścisłemi i w ogóle filozofią przyrody.

Zanim jednak do właściwego przedmiotu przystąpimy, musimy choć kilka słów poświęcić istocie i znaczeniu teoryi fizycznych w ogóle, ażeby w dalszym ciągu uniknąć rozmaitych nieporozumień i ażeby zapobiedz mylnym wnioskom, które by może mimowolnie się nasunęły.

Pod tym względem panują bowiem bardzo mylne przekonania. Człowiek zupełnie naiwny, dziecko niewykształcony, przypuszcza, że świat w rzeczywistości takim jest, jak się jego zmysłom przedstawia, że n.p. koral, krew, kwiat maku w istocie swej są czerwone, jakby namalowane czerwoną farbą, i dlatego ludziom i bykowi i każdemu zwierzęciu muszą się one wydawać tak samo czerwonemi. Człowiek pół-uczony zaś jest świadomy mylności i niedoskonałości swych zmysłów. On wie, że to co widzi zależy przedewszystkiem od konstrukcyi jego oka, w ogóle od rozmaitych fizyologicznych, przypadkowych czynników (niedoskonałości jego i innych optycznych), słyszał o ślepocie barw, słyszał o tem że istnieją zwierzęta, których oczy są wrażliwe na promienie

pozafiołkowe, których my nie widzimy, i ~~[illegible]~~ rozstrzelać się o innych promieniach niewidzialnych, o drganiach eteru itd. Taki człowiek powiada: świat oczywiście nie jest taki jak mi się (subjektywnie) przedstawia. ~~[illegible]~~ Ale my wiemy jakim on jest w rzeczywistości, wszak fizyka nas tego uczy. Fizyka dowiodła, że to co ~~rzeczywiście~~ np. nazywamy światłem, to jest w rzeczywistości rodzaj pewien drgań poprzecznych eteru, a ~~[illegible]~~ barwa światła zależy od tego jaka jest długość fal tego eteru.

Fizyk zaś prawdziwie uczony powiada: Przepraszam bardzo, ale ja nic nie wiem, co w rzeczywistości jest, i ja się jako fizyk temi poszukiwaniami wcale nie zajmuję. ~~[illegible]~~ Te poszukiwania pozostawiam koledze mojemu, filozofowi, ~~[illegible]~~ temu który jest specjalistą w metafizyce. Celem fizyki jest wyłącznie wszechstronne poznanie zjawisk fizycznych i systematyczne ułożenie tego materyału doświadczalnego.

A twory fizyki, a owe drgania eteru, owe atomy, drobiny, poruszające się (itd.?) To są tylko modele zjawisk fizycznych, które ilustrują nam możliwy sposób jakby sobie te zjawiska ~~wytłumaczyć~~ w myśli przedstawić) ~~[illegible]~~ (a nie mamy pretensyi żeby one zupełnie tak istniały w rzeczywistości. A więc to tylko puste zabawki?

Bynajmniej nie! ~~Doniosłość~~ tych tworów fizycznych jest olbrzymia. Nie ~~[illegible]~~ bylibyśmy wcale w stanie ~~[illegible]~~ zapamiętać i umysłem objąć tę nadzwyczajną ilość spostrzeżeń (liczbowych i jakościowych) fizycznych, gdybyśmy

nie posiadali takich, (mimo prostoty swej wewnętrznej budowy) modeli, które dają nam tak wierny obraz różnorodnych zjawisk fizycznych. A chyba nie potrzeba przypominać, jak doniosłym środkiem odkrywania nowych zjawisk, dawniej nieznanych, okazały się te modele, które nam dozwoliły przewidzieć — przynajmniej z pewnem prawdopodobieństwem — dane zjawisko. Wiele historya fizyki okazuje przykładów wprost zdumiewających odkryć dokonanych na podstawie teoryi, a później dopiero doświadczalnie sprawdzonych!

Powtarzam zatem: według zapatrywania nowoczesnej fizyki teoretycznej — przynajmniej pierwszych jej przedstawicieli jak Boltzmanna, Poincarégo, Helm.: Kons.: i it. teorye fizyczne należy uważać za modele dające nam obraz zjawisk fizycznych. ~~doświadczalnych~~ Cel tych modeli jest dwojaki; po pierwsze: umożliwiają one nam przegląd różnorodnych zjawisk fizycznych i asymilacyę tychże z naszym umysłem, po drugie: służą nam jako przewodniki w dalszych badaniach i naprowadzają nas na nowe odkrycia.

Dotychczas w fizyce posiadamy, oprócz szeregu specyalnych drobniejszych teoryi, trzy wielkie teorye, obejmujące mniej więcej całość fizyki, możnaby powiedzieć trzy światopoglądy: mechaniczny, energetyczny i elektryczny.

I). Najwięcej (z pomiędzy nich) jesteśmy oswojeni wszyscy z światopoglądem mechanicznym, czyli kinetycznym, którego fundament tworzą znane prawa mechaniki Newtona. Według niego (jako podstawowe przyjąć musimy pojęcia materyi, masy i ruchu;) wyobrażamy sobie zatem, że wszystko co się

dzieje, polega ostatecznie na ruchach materyalnych jakichś cząsteczek, czy jakiegoś fluidum materyalnego. Obejmuje to całą fizykę: Mechanika jest nauką podstawową; akustyka oczywiście i tak tylko tworzy część mechaniki (drobne drgania sprężyste).

Dalej: Wiadomo, że teorya kinetyczna materyi dzięki Maxwella, Clausiusa, Boltzmana na podstawie uderzającej prostych założeń co do istoty drobin i atomów, zdumiewająco wierny obraz daje najrozmaitszych własności gazów, cieczy i – o ile ta została zastosowana – nawet ciał stałych. Wiadomo, że zasada najogólniejsza fizyki zachowania energii, bezpośrednio wynika jako przez się zrozumiała konkluzya z założeń mechanicznych. Pokazuje się, że także druga zasada termodynamiki Carnota, nie sprzeciwia się tym założeniom, jak czasami sądzono lecz, owszem, z nich wypływa jako reguła prawdopodobieństwa. Światło od dawien dawna wyobrażano sobie jako drgania poprzeczne ośrodka sprężystego, eteru, a jak Maxwell dowiódł, także zjawiska elektryczności i magnetyzmu można sobie wytłomaczyć mechanicznie, jako rezultat ukrytych ruchów wirowych, odbywających się w eterze.

W szczegóły nie będziemy wchodzić, możemy sobie wyobrażać atomy jako punkty materyalne wykonujące pewne siły, czy – i to jeszcze więcej zadawalający się wydaje (według Kelvina) jako obręcze wirującej cieczy, co według badań Hicksa i Bjerknesa umożliwiałoby wytłomaczenie grawitacyi.

W każdym razie dotychczas w obrębie fizycznych zjawisk żadnej sprzeczności z teoryą mechaniczną nie wykazano i zważywszy na ogólność pojęcia ruchów ukrytych wprowadzonych przez Hertza, zdaje się, że i w przyszłości będzie można teoryę

mechanizmy dostosować do jakichbądź nowych odkryć.

Przedewszystkiem taki model mechaniczny wszechświata ponad innemi posiada tę wyższość, że podstawy jego, prawa mechaniki zawsze się nam będą wydawać najlepiej zrozumiałemi, gdyż do zjawisk mechanicznych najwięcej jesteśmy od dzieciństwa przyzwyczajeni, z niemi najwięcej się zżyliśmy. Pochodzi to z tąd, że na własnem ciele wciąż studyujemy prawa mechaniki, i że zmysłowo spostrzegamy je nietylko jednym zmysłem ale aż czterema: poczuciem mięśniowem gdy ręką poruszam, równocześnie wrażenie oka może śledzić ten ~~śledzące~~ ruch, uczuciem dotyku gdy uderzam ręką po drugiej, i ostatecznie jeszcze specyalny zmysł mało powszechnie znany, zmysł równowagi, zlokalizowany w części ucha wewnętrznego. Nic dziwnego, że tłomaczenia mechaniczne zawsze się wydawało najnaturalniejszem, że hipotezy najwcześniej te twory się rozwinęły i do dziś dnia największem się cieszą powodzeniem.

II). Zdawało się jednak jakiś czas że ~~[illegible]~~ pierwsze miejsce zajmie inny światopogląd: energetyczny. Jest on wiele młodszy od mechanicznego, gdyż zasadnicze jego pojęcie: pojęcie energii ~~fundament jego tworzy pojęcie energii, które się~~ zrodziło dopiero drugie ~~[illegible]~~ pracami R. Mayera 1848 ; Joula. Zasada niezniszczalności energii podczas wszelkich możliwych fizycznych procesów, wraz z zasadą Carnota określającą kierunek w którym te procesy przebiegać mogą, tworzą fundament termodynamiki, która (tej gałęzi fizyki) w ostatnich kilkudziesięciu ~~[illegible]~~ latach tak nadzwyczaj sposób ~~[illegible]~~ się rozwinęła.

We wszystkich częściach fizyki te zasady znalazły zastosowanie, a zwłaszcza w (w mechanice, elektryczności, teorji promieniowania)

dziedzinie zjawisk zmian stanu skupienia, roztworów, dysocyacyi, równowagi chemicznej i t. d. Termodynamika przebiła chiński mur odgraniczający ~~dotychczas~~ dawniej chemię od fizyki; pokazało się że prawa fizyczne także ~~wobec zjawisk chemicznych znajdują zastosowanie~~ rządzą zjawiskami chemicznemi, że te same fizyczne metody badania także tam do skutku prowadzą (i tak właściwie chemia tworzy część fizyki — co prawda tak monstrualnie wybujałą część, że żaden umysł ludzki nie potrafi dzisiaj objąć całokształtu zjawisk fizyczno-chemicznych, a więc w praktyce i nadal będą istnieć ~~dwie dyscypliny~~ i chemicy i fizycy specjaliści.

Nic dziwnego, że wobec tych sukcesów spróbowano utworzyć światopogląd energetyczny, przyjmujący jako podstawę owe zasady termodynamiki, i starano się wszystkie zjawiska fizyczne w ten szemat ująć. ~~dotychczas te~~ Nie można przesądzać co przyszłość przyniesie, dotychczasowe próby jednak wcale nie są zadawalające.

~~Prawda że we wszystkich częściach fizyki~~

I bynajmniej rzecz nie jest tak prosta, jak się to wydaje gdy czytamy niektóre fantastyczne wywody owych t. zw. energetyków. Przedewszystkiem wiadomo, że owe zasady termodynamiki stosują się do wszystkich zjawisk, ale wystarczają do określenia tylko ~~zjawisk~~ stanów równowagi. Ponieważ one obchodzą się bez wprowadzenia pojęcia czasu, przeto także co do prędkości z którą jakie zmiany następują nic wypowiedzieć nie potrafią, a mimo licznych usiłowań i ciekawych prób podjętych pod tym względem (n. p. przez Natansona) nie znamy jeszcze ogólnego prawa któreby określało także prędkości jednocześnie zjawiska nieodwracalne. Może ono zostanie znalezionem, ~~dziś atoli~~ Istnieją tu już Nasuwają się jednak pewne wątpliwości: prawda, że energia jest pojęciem, które we wszystkich częściach fizyki ogromną odgrywa rolę, ta chodzi jednak o to czy one jest same przez się już wystarczającem do

określenia wszelkich zjawisk, czy owo [wystarczy do] wyczerpującego opisu zjawisk fizycznych?

Zjawiska elektryczne n.p. usuwają się dotychczas z tego systemu. Naturalnie i tam mamy do czynienia z zasadą energii, ale oprócz tego także jeszcze z innemi wielkościami, t.j. siłami elektrycznemi i magnetycznemi, które są czemś równorzędnem, nie są energią, ani derywatem energii. Gdyby się udało ~~ująć równania~~ [opisać zjawiska] pola elektromagnetycznego ~~w taką formę żeby zależnie zmienną były tylko energia~~ [Tylko przez syntezę ich powstaje energia.] zapomocą równania różniczkowego zawierającego jako zależnie zmienną tylko energię — to byłby ~~już~~ olbrzymi ~~krok~~ postęp w światopoglądzie energetycznym. Dotychczas jednak nie widzimy takiej możliwości.

Ostwald, ~~[illegible]~~, pod innemi względami tak nadzwyczajnie zasłużony, pierwszorzędny badacz, tak daleko nawet się posunął w swej doktrynie energetycznej, że [popełnia] ten sam błąd, który on zarzuca niektórym fizykom materyalistom; ~~[illegible]~~ [on] uważa teoryę energetyczną nie za model, lecz za rzeczywistość, on ubóstwia energię, widząc w niej to co jedynie ~~[illegible]~~ [istotnie] egzystuje, tak jak inni ubóstwiają materyę. To są, jedno i drugie, czysto spekulacye metafizyczne. Nawet gdy ~~jak~~ [się uda] teoryę energetyczną konsekwentnie przeprowadzić, będzie to tylko model, z mechanicznym równo uprawniony, o ile nie okaże się znacznie prostszym i wygodniejszym. {Tej niekorzyści bowiem nigdy się nie pozbędzie, że pojęcia zasadnicze [i prawa], któremi ta teorya operuje, są natury ~~[illegible]~~ [więcej] abstrakcyjnej i mniej zmysłom przystępne aniżeli mechanika.}

Ostwald zresztą tak daleko się unosi w ~~tej~~ walce przeciwko teoryi mechanicznej,

że porzucił nawet pojęcia drobin i atomów. I tak znany obecnie podręcznik chemii, zresztą bardzo dobry, napisany bez użycia słowa atom albo Molekül. Pewnie, że można się bez tego obejść, ale czy to jest korzystnem i wygodnem, wątpię.

~~Zresztą jak to przepowiadali~~ Zapewne Ostwald, Mach i inni, którzy przewidywali bliski upadek teoryi atomistycznych, zapewne nie mało muszą być zdziwieni, że właśnie wielkiem dziełem fizyki ostatnich lat ~~jest~~ okazało się wskrzeszenie atomizmu w poprawionej edycyi, jako teoryi elektronów — ale do tego przedmiotu jeszcze wrócę.

III). Najciekawszy zapewne obecnie światopogląd, zrodzony dopiero w ostatnich latach, jest to światopogląd elektryczny. Już dawniej czasami jako curiosum przytaczano zdanie — pochodzące bodaj się od Macha czy od Boltzmanna, — że jak zwykle wszystkie zjawiska tłomaczymy mechanicznemi, tak może kiedyś będziemy je zredukować do zjawisk elektryczności. Obecnie to stało się faktem!

Oczywiście mowy o tem być nie mogło, dopóki nie istniała jeszcze jednolita teorya zjawisk elektromagnetycznych. Początkowo, w miarę jak odkrywano rozmaite zjawiska tego rodzaju: elektrostatykę, magnetyzm, prądy galwaniczne, elektromagnetyzm, elektrodynamikę, indukcyę i t.d., do każdego zjawiska dorabiano teoryę, wysnuto już prawa odpowiednie, wzory matematyczne, ale to wszystko nie było powiązane między sobą żadną przewodnią myślą, nie tworzyło jednolitego systemu. Wszak nawet dłuższy czas powątpiewano, czy rzeczywiście elektryczność wywołana tarciem ~~także~~ takiż sam wpływ na igłę magnesową jak elektryczność

pochodząca z ogniw galwanicznych, a więc czy to w ogóle ~~jest taka sama~~ (nie są różne rodzaje) elektryczności.

Wilhelm Weber pierwszy spróbował ująć wszystkie te zjawiska w systematyczną całość; mianowicie zdołał on zdać sprawę z wówczas znanych zjawisk za pomocą zadziwiająco prostego prawa elementarnego. Była to teorya genialna, ale ~~[illegible]~~ posiadała braki — właściwie pewne sprzeczności z zasadą energii — wskutek których nie znalazła pełnego uznania, a dziś wiemy że ~~[illegible]~~ zasada jej jest błędna.

Tymczasem w Anglii Maxwell w roku 1860 na zupełnie odmiennych podstawach stworzył teoryę elektryczności i magnetyzmu, która co prawda początkowo mało ~~[illegible]~~ się rozpowszechniła poza granicami Anglii. ~~[illegible]~~ Dopiero gdy ~~kilka [illegible]~~ pewne wnioski które Maxwell wyprowadził z swej teoryi, co do możliwości fal elektrycznych, doświadczalnie zostały stwierdzone przez Hertza, ~~[illegible]~~ opinia świata naukowego się zmieniła [illegible]. ~~Obecnie teorya ta z małemi~~ Wszystko się rzuciło na dzieło Maxwella i jego interpretatorów Heaviside, Boltzmann, Hertz i z entuzyazmem ~~[illegible]~~ przyjęto jego naukę. ~~oglądano [illegible] budowę jego teoryi.~~

Niestety bardzo trudną jest rzeczą, niefachowcom, to znaczy ludziom nie przyzwyczajonym do symbolów matematyki wyższej, dać jakie takie pojęcie o tej teoryi. Maxwell sam rozwinął ją początkowo na podstawie hipotezy mechanicznej, wyobrażając sobie siły elektromagnetyczne jako skutek pewnych ruchów wirowych w eterze i te rozumowania jeszcze stosunkowo łatwiej ~~[illegible]~~ mogą być pojęte bez pomocy matematyki. Jeżeli jednak nam chodzi o samą esencyę / jądro tej teoryi, o istotę jej to musimy uwolnić ją od tego pomocniczego ~~[illegible]~~ rusztowania i wtedy ~~[illegible]~~ pokazuje się

że istotą tej teorji są — dwa równania matematyczne. Tak też powiada Hertz:

Maxwella teorja, to są równania Maxwella. Reszta to są tylko dodatki pomocnicze.

Postaram się jednak żeby unikając wywodów matematycznych przecież dać jakieś pojęcie ~~wyobrażenie~~

o znaczeniu tych równań. Pierwsze z nich: ~~[illegible]~~

~~$\frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t} + J + u \operatorname{div} \mathfrak{D} + \operatorname{curl}[\mathfrak{D} u] = c \operatorname{curl} \mathfrak{H}$~~

$\mathfrak{C} = c \operatorname{curl} \mathfrak{H}$, gdzie $\mathfrak{C}$ jest skróceniem $C = \frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial t} + J + u \operatorname{div} \mathfrak{D} + \operatorname{curl}[\mathfrak{D} u]$

~~wypowiada zasadnicze prawo~~ określa ogólnie elektromagnetyzmu ~~[illegible]~~

albo ~~nie bezpośrednio~~ wypowiada definicję elektrycznego pojęcia prądu:

~~pole magnetyczne [illegible]~~

prąd C wywiera siłę pewną ~~daje~~ na biegun magnetyczny, w ten sposób że ~~można~~ do posunięcia bieguna

magnetycznego dokoła ~~przewodnika~~ prądu trzeba zużyć pewnej pracy; i wielkość tej pracy mierzymy

tem większą im silniejszy prąd

Ścisłe określenie prądu elektrycznego.

Drugie równanie zaś: $\frac{\partial \mathfrak{B}}{\partial t} = - \operatorname{curl} \mathfrak{E}$

wypowiada empirycznie poznane prawo indukcji t.j. powstawania prądów elektrycznych

wskutek zmiany pola magnetycznego. Mianowicie siła elektromotoryczna indukowana

w przewodniku równa się zmianie ilości linji indukcji magnetycznej, przechodzących przez

powierzchnię przewodnika, (podczas 1 sekundy). ~~[illegible]~~

~~przedstawiają [illegible] nic nowego~~ Te prawa elektromagnetyzmu i indukcji są

oczywiście od dawna znane i tak dalece nie wnosimy nic nowego.

Otóż Nowym elementem teorji Maxwella stanowi ~~jedynie~~ przypuszczenie co do istoty prądu

elektrycznego, mianowicie: do prądu elektrycznego $\mathfrak{C}$ wlicza Maxwell nie tylko to co zwykle

~~[illegible]~~ nazywamy prądem galwanicznym (I, ~~[illegible]~~ płynący w przewodnikach, lecz także t.zw. prądy polaryzacyi dielektrycznej $\frac{dD}{dt}$, które powstają we wnętrzu izolatorów ~~[illegible]~~ podczas zmiany pola elektrycznego i wreszcie także jeszcze t.zw. prądy konwekcyjne. ~~[illegible]~~

~~Stanowczo~~ Maxwell przypuszczał, że tak jak wszelki prąd galwaniczny polega na poruszaniu się elektryczności wewnątrz przewodnika, tak samo też ciało naładowane elektrycznością i poruszane musi mieć taki sam wpływ ~~[illegible]~~ na igłę magnesową jak prąd galwaniczny. Wyrazem tej hipotezy są ostatnie dwa składniki prądu C, zawierające prędkość u.

Oprócz tych założeń, wówczas zupełnie hipotetycznie przyjętych, które odróżniają jego teoryę od innych, zauważyć należy, że Maxwell nadał swoim równaniom formę zewnętrzną oryginalną. To są bowiem t.zw. równania ~~różniczkowe~~ równania, wyrażające ważność owych praw fizycznych dla każdego elementu nieskończenie małego przestrzeni.

Oczywiście że to ma sens interpretacyi fizycznej tylko wtedy, jeżeli sobie przestrzeń wyobrażamy nie absolutnie próżną (dawało to ma interpretację fizyczną) lecz wszędzie wypełnioną jakimś ośrodkiem, w którym właśnie owe zjawiska się odbywają — ten ośrodek nazywamy eterem i ~~[illegible]~~ wypowiadamy ~~[illegible]~~ tę myśl, którą jako najłatwiejszą uchwytną zwykle służy do określenia ~~[illegible]~~ poglądów Maxwella, w ten sposób że: siły elektryczne i magnetyczne nie są to siły działające na odległość, tak jak dawniej przypuszczano, lecz są to siły przenoszące się z punktu do punktu, stopniowo, za pośrednictwem eteru ~~[illegible]~~ między niemi obecnego. ~~Nie następuje~~

A przenoszenie to według owych równań nie następuje natychmiastowo lecz z pewną ograniczoną prędkością.

Siły elektr. rozchodzą się w przestrzeni z ograniczoną prędkością, podobnie ~~jak~~ jak głos lub

i określają zatem
V ~~Wypowiadają~~ ~~[illegible]~~ sposób, w jaki siły elektromagn. chwilowo ~~[illegible]~~ się zmieniają w każdym punkcie, który zależy jedynie od stanu pola elektromagnetycznego w bezpośrednim otoczeniu tego punktu,
i

światło — i nawet w eterze ściśle tak samo jak światło, bo owa prędkość, tj. ów spółczynnik c równa się właśnie liczbie 300.000 km, prędkości światła w próżni międzyplanetarnej.

Tak dalece mieliśmy tylko same twierdzenia, wyłuszczenie podstawowych zasad teorji Maxwella — ale żadnych dowodów. Zobaczymy zatem, na co ta teorja się przydać może i o ile wnioski z niej wyprowadzone się potwierdzają.

Tu przedewszystkiem zaznaczyć trzeba, że z analizy matematycznej na owych równaniach opartej wynikają wszystkie oddawna znane doświadczalnie zbadane prawa elektrostatyki, elektromagnetyzmu, elektrodynamiki, indukcji, magnetyzmu — z jednem małem zastrzeżeniem o którem jeszcze wspomnę — i to systematycznie uporządkowane, w jedną całość powiązane — tak że one wystarczają do zdania sprawy z wszystkich na tem polu przed Maxwellem znanych zjawisk.

Ale prócz tego doprowadziły one do nowych doniosłych odkryć.

Wspomniałem o hypotezie Maxwella co do magnetycznego wpływu ładunków elektrycznych poruszanych. Otóż pierwsze próby sprawdzenia tejże hypotezy podjął w roku (1876) sławny amerykański fizyk Rowland wówczas jeszcze młody człowiek w Berlinie w laboratorjum Helmholtza, Używał krążka naładowanego elektrycznością, który wprawiał w szybki ruch wirujący, i obserwował równocześnie igłę magnetyczną umieszczoną blisko środka krążka. Pokazało się, że istotnie nastąpiło wychylenie igły magnetycznej wskutek ruchu, tak samo jak gdyby prąd odpowiedniej wielkości przepływał na obwodzie krążka. Ów wpływ był co prawda

bardzo nieznaczny, jak też z góry się spodziewać można było, zważywszy jak drobne są ilości elektryczności tym sposobem transportowane w porównaniu z ilościami elektryczności płynącymi w prądach galwanicznych. Używając potencyałów koło 10000V. i krążka wirującego z prędkością 60 obrotów na sekundę otrzymał wychylenia igły tylko koło 7 kresek na podziałce. Innym fizykom Helmholtz, Lecher nie udało się otrzymać tak wyraźnych rezultatów, dlatego też pozostawała zawsze pewna niepewność, pomimo że Rowland wspólnie z Hutchinsonem powtórzył swe doświadczenia z jeszcze większemi ostrożnościami w roku 1889 i znów otrzymał wychylenie zgodne z obliczeniem teoretycznem. Wzrosła ta niepewność, gdy w roku 1901 Crémieu mimo drobiazgowych bardzo starannych doświadczeń wykonanych we wielkim stylu, nie zdołał sprawdzić wyników Rowlanda. Kwestya się zaostrzyła i doniosłość jej wzrosła, bo jeśli Maxwell i Rowland nie mieli słuszności, to trzeba było odrzucić nie tylko teoryę Maxwella, ale także całą teoryę elektronów, która jak wspomniałem już polega ściśle na tych podstawach. Tem ciekawszym się stawał spór, że anglik Adams i amerykanin Pender znowu dodatnie otrzymali wyniki, zgodne z Rowlandem. Polemika wzrastała, Ostatecznie aby rzecz rozstrzygnąć chwycono się oryginalnej, zupełnie nowoczesnej metody badania: kooperacyi. Poincaré pierwszy podał myśl, a Lord Kelvin ze strony Anglii ją przyjął, aby dwaj przeciwnicy Crémieu i Pender wspólną pracą rzecz rozstrzygnęli w Paryżu. Uniwersytet w Baltimore, instytucya Carnegiego i akademia paryska dały fundusze i środki eksperymentalne i w zimie 1902/3 rozpoczęli obaj badania

wspólną pracę. Początkowo każdy z nich znów swoje poprzednie rezultaty potwierdził, ostatecznie jednak rzecz się wyjaśniła. Rację miał Pender, i Rowland. Teorya Maxwella co do wpływu magnetycznego prądów konwekcyjnych się stwierdziła, a przeciwne rezultaty francuza Crémieu wytłomaczyły się ~~wpływem~~ niespodziewanemi zaburzeniami pochodzącemi z tego że Crémieu krążek metalowy, który miał być naładowany, poprzednio cienką warstwą kauczuku pokrywał, aby spodziewał się otrzymać lepszą izolacyę, podczas gdy właśnie to okazało się źródłem błędów.

Następnie także inni fizycy (Vasilesca Karpen) odmiennemi metodami te wyniki potwierdzili, tak że teraz kwestyę tę należy uważać za ostatecznie załatwioną.

Jeszcze wyraźniej potwierdziła się teorya Maxwella pod innym względem. Mam na myśli odkrycie Hertza fal elektrycznych, które przed 20 laty taką sensacyę wywołało i już wówczas zwycięstwo teoryi Maxwellowskiej zadecydowało. Według dawniejszego zapatrywania powstanie fal elektrycznych było niemożliwem, gdyż siły działałyby natychmiastowo, na odległość. Maxwell przewidział, że one rozchodzą się z określoną prędkością (tak jak wrzucenie kamienia na powierzchnię wody wywołuje zaburzenie poziomu wody rozchodzące się na wszystkie strony). Jeśli zatem w jednym punkcie działać będzie źródło sił elektrycznych periodycznie zmiennych, to owe zmiany okresowe będą się rozchodzić w przestrzeni z ową prędkością, tak samo jak drgające wstrząśnienia jednego punktu powierzchni wody wytwarzają regularne fale rozchodzące się po jej powierzchni.

~~Wzbudza się te fale zwykle za pomocą rozbrojenia butelki lejdejskiej~~

Powstają takie fale przedewszystkiem przy tworzeniu się iskry elektrycznej, wskutek wahadłowego ruchu elektryczności, i tego też środka ~~używa~~ posługujemy się powszechnie do wytwarzania fal elektrycznych, podczas gdy do obserwowania ich ~~używa się~~ ~~[illegible]~~ użyć możemy rozmaitych innych instrumentów zwłaszcza t. zw. koherery, o których ~~[illegible]~~ obecnie już bliżej omawiać nie będziemy.

Wiadomo, jaką rolę obecnie owe fale elektryczne już odgrywają nawet w technice. Telegraf bez drutu na nich oparty, przy żegludze morskiej już dość powszechnie bywa używanym, podczas oblężenia portu Artura użyteczność swą okazał dla celów wojennych, a ~~bardzo może być~~ zdaje się że z czasem poważną konkurencyę będzie robić kompaniom kablów transatlantyckich, europejsko-amerykańskich.

Już samo istnienie fal elektrycznych, które Maxwell przewidział w roku tworzy zatem potwierdzenie jego teoryi; ~~[illegible]~~ ale Maxwell posunął się jeszcze dalej w swych spekulacyach; fakt że prędkość owych fal ~~równa~~ prędkości światła równą być musi, nasunął mu myśl, że światło samo nic innego nie jest jak takie drgania elektryczne. ~~[illegible]~~

~~[illegible] w ten sposób zdaje się że z owych zjawisk optycznych i także [illegible] kilka zwiastunów sukcesów że [illegible] nie ustępuje się przy mechanicznej teoryi światła w swej dawniejszej formie t.j. pojmującej światło jako pewnego rodzaju drgania eteru~~

I ta teorya, t.zw. elektromagnetyczna teorya światła w tak prosty sposób sprawę zdaje ze znanych zjawisk optycznych, odbicia, załamania, interferencyi, uginania, polaryzacyi, i tak zręcznie omija ~~przytem~~ różne trudności, które dawniejszej mechanicznej teoryi, pojmującej światło jako mechaniczne drgania pewnego eteru, się nastręczały, że obecnie nikt chyba przy mechanicznej teoryi światła – w tej przyjętej formie – się nie upiera.

Ale oprócz tego odniosła ona też kilka pozytywnych ~~[illegible]~~ sukcesów, t.j. naprowadziła na nowe odkrycia.

Do tego należy odkrycie związku między spółczynnikiem załamania pewnej substancyi (nieprzewodzącej elektryczności) a ~~[illegible]~~ spółczynnikiem dielektryczności $n=\sqrt{K}$, który stwierdzony został przez staranne pomiary Boltzmanna i innych nad gazami. Ponieważ tutaj jednak spółczynnik K jest daną liczbą, przeto otrzymuje się z tego tylko jedną oznaczoną liczbę na spółczynnik załamania, bez względu na barwę światła rodzaj fal elektr., ~~Wynika z tego~~ więc nie może ~~[illegible]~~ ten rachunek ~~[illegible]~~ zdać sprawę z dyspersyi ani też z absorpcyi z nią związanej. ~~[illegible]~~ Absorpcya zaś według Maxwella nastąpić musi w przewodnikach, ponieważ tam energia drgań elektrycznych się zamienia w ciepło Joulea, a równocześnie też wystąpić musi dyspersya, i ~~[illegible]~~ występowanie tych zjawisk można dokładnie teoretycznie obliczyć.

~~Świetne potwierdzenie znalazła ta teorya~~ ~~To jest słabą stroną teoryi elektromagnetycznej w pierwotnej swej formie, że ona dopuszcza tylko absorpcyę wskutek~~

~~przewodnictwo elektrycznego~~ Świetne potwierdzenie zasady ~~te teoryę~~ te rozumowania w badaniach doświadczalnych Rubensa i Hagena (1903) nad własnościami optycznemi metali.

Równocześnie okazuje się tutaj jednak słaba strona dotychczas omawianej teoryi.

Dla fal krótszych aniżeli ow -- n.p. dla zwykłych promieni świetlnych owe wzory wcale się nie potwierdzają, a co gorsze: podczas gdy tutaj jako powód absorpcyi jedynie przewodnictwo elektryczne wejść może w rachubę, wiadomo przecież że także izolatory, rozmaite barwiki etc. okazują absorpcyę światła, a równocześnie dyspersyę, czasami nawet anormalną. Teorya Maxwella z tego sprawy zdać nie może.

Wspomnę zaraz że to nie jest jedyna jej słaba strona. Drugi rodzaj zjawisk, który stanowczo się uchyla ze ~~[illegible]~~ systemu ~~[illegible]~~ teoryi Maxwella są to

zjawiska ferromagnetyzmu. Ciała ferromagnetyczne, t.j. żelazo, nikiel i kobalt, które się bez żadnego porównania najsilniej magnesują, okazują równocześnie tę właściwość, że ich podatność magnetyczna jest zmienna, zależna od wielkości siły magnesującej, i — co najważniejsze, że one nawet po ustaniu siły magnesującej jeszcze zachowują do pewnego stopnia swój magnetyzm. Dzięki temu zjawisku, które nazwano nazywamy histerezą (nie histerygą!) właśnie jesteśmy w stanie wytworzyć sobie stałe magnesy żelazne, stalowe itd. Otóż zjawiska magnetyczne występujące u innych ciał diamagnetycznych i paramagnetycznych są objęte teoryą Maxwella — ale zjawiska histerezy u żelaza, nikla, kobaltu nie mogą być przez nią wytłomaczone.

Mamy tu dwie sprzeczności, więc czy mamy odrzucić teoryę Maxwella, która we wszystkich innych dziedzinach tak wspaniałe odniosła sukcesy? Nie, należy ją poprawić, uzupełnić — a w jaki sposób, to zrozumiemy zważywszy, że taksamo w zjawiskach absorpcyi i dyspersyi anormalnej jak i w zjawiskach ferromagnetyzmu od dawien dawna upatrywano objawy wewnętrznej, molekularnej czy atomowej, struktury materyi. Tej struktury Maxwell wcale nie uwzględnia, on charakteryzuje każdą substancyę tylko zapomocą trzech współczynników K, λ, μ — tak jakgdyby materya była zupełnie ciągła, jednolita. Więc należy uzupełnić teoryę Maxwella pod tym względem, zamiast zapatrywać się na materyę makroskopijnie, trzeba się trzymać metody mikroskopijnej, trzeba się zapatrywać na świat

jakby wzrokiem zaostrzonym, ażeby widzieć
~~wszystek~~ ~~potężny~~, ~~jak gdybyśmy tak potężny mieli wzrok, iżbyśmy~~ ~~inny~~ ~~światopogląd~~ ~~się jednolitą, lecz złożoną z cząstek~~ jak materya się składa z drobin, atomów lub w ogóle jakichś ~~...~~ cząstek elementarnych. Tego ~~...~~ wielkiego postępu dokonała teorya w ostatnich latach przez wprowadzenie pojęcia elektronów.

Zanim przejdziemy do ~~analizy~~ szczegółowej tej ~~...~~ teoryi elektronów, wspomnę zaraz co do ~~...~~ poprzednio omawianego punktu, że istotnie zjawiska dyspersyi anomalnej i absorpcyi w izolatorach jakościowo, a także ilościowo, najzupełniej z wnioskami wynikającymi z teoryi elektronów się zgadzają jak to już Helmholtz, a obecnie Drude i ... wykazali.

Doszliśmy zatem do najnowszej fazy rozwoju teoryi fizycznych, związanej z nazwą elektronów. ~~Pokazuje się~~ Występuje tutaj to samo zjawisko, które często w historyi nauki obserwować można, że czasami jakieś prądy umysłowe, jakieś myśli, są jakby na czasie, że nie są one tworem jednego człowieka, lecz równocześnie więcej lub mniej wyraźnie (w różnych postaciach i) kiełkuje (w różnych umysłach), i się rozwijają, ~~...~~ ~~...~~ dojrzałe w świat występuje i w ~~...~~ zwarty szereg się łączą, wytwarzając ~~...~~ potężny prąd umysłowy, który już wszystkich ogarnia.

Jak i tutaj trudno powiedzieć, kto jest właściwym autorem teoryi elektronów, bo ~~prawie równocześnie~~ w ostatnim dziesięcioleciu różni uczeni przez badanie nad rozmaitemi dziedzinami fizyki na tę teoryę naprowadzeni zostali — ~~...~~ ~~...~~ ~~...~~ wymienić należy Lorentza, z angielskich J.J. Thomsona, ~~i~~ a prócz nich cały szereg innych ~~...~~ Larmor, Drude, ~~Abraham~~, ~~Kauffm~~, ~~Planck~~, Wien, ~~Rutherford~~ ~~...~~ ~~...~~.

Z resztą obecnie trudno jeszcze mówić o ~~jednej~~ pewnej ostatecznej teoryi elektronów, gdyż

starają się ją dostosować do przedmiotowych zjawisk

każdy z wymienionych autorów tę teoryę w szczegółach nieco inaczej pojmuje.

Pomimo że zatem dużo jeszcze jest części nie wykończonych lub szczegółów wątpliwych, przecież śmiało można twierdzić, że ta teorya należy do najwięcej obiecujących i najpłodniejszych które się kiedykolwiek w fizyce pojawiły.

Aby dać pojęcie o perspektywie, którą ona przed nami otwiera, wymienię tylko tytuły rozdziałów, które, dotychczas zagadkowe, przez tę teoryę objaśnione zostają: wpływ pola magnetycznego na promieniowanie (zjawisko Zeemana), absorpcyi i anomalna dyspersya, ogólna teorya promieniowania, zjawiska termoelektryczne, prawo Wiedemana-Franza co do związku przewodnictwa elektr. i cieplnego, zjawisko Halla, ferromagnetyzm, zjawisko Kerra, promienie katodowe, anodowe, radyoaktywność, to chyba wystarczy, choć z pewnością i na tem nie koniec!

Naturalnie ani mowy być nie może tutaj o choćby pobieżnym poglądzie na wszystkie te zjawiska, jedynie t. zw. promienie katodowe chciałbym nieco bliżej omówić, gdyż tutaj teorya najwyraźniejszą fizyczną postać i do najciekawszych doprowadziła odkryć. Promienie katodowe występują w rurkach Geislera czy Crookesa przy przechodzeniu prądu elektrycznego, jeżeli rozrzedzenie gazu wewnątrz rurki do dość wysokiego stopnia zostało posunięte. (Poniżej $\frac{1}{10}$ – $\frac{1}{100}$ mm) Bieg promieni samych wśród gazu bardzo jest dostrzegalny gołym okiem, ale miejsce rurki szklanej, na które one natrafiają, świeci się jaskrawym zielonawym światłem fluorescencyi. Od światła które wypełnia rurki Geislera przy mniejszem rozrzedzeniu różnią

się te promienie przedewszystkiem swoją prostolinijnością – i z tąd właśnie pochodzi nazwa „promieni". Podczas gdy iskry elektryczne lub rozbrojenia przy zmniejszo- rozrzedzeniu taśmę świecącą stanowią rozciągającą się rozpostartą między anodą (biegunem dodatnim) i katodą (biegunem ujemnym), to te promienie wychodzą z katody normalnie do powierzchni i odbiegają od niej według linii prostych, bez względu na miejsce gdzie anoda się znajduje. Crookes, który się temi zjawiskami zajmował w swoim już wtedy tłomaczył ten fakt prawie w ten sam sposób jak to obecnie czynimy, mianowicie że są to drobne cząstki – nazywamy je obecnie elektronami – o stosunkowo małej masie a silnym ujemnym elektrycznym ładunku, które przez biegun ujemny odpychane taką prędkość osięgają, że jakby z katody wystrzelone, w prostej linji się dalej poruszają. Przyjmujemy zatem teraz rodzaj teorji emisyjnej, a sprawia nas do tego fakt, że nie okazują te promienie ani odbicia regularnego, załamania, ani też zjawisk interferencyi, uginania, polaryzacji, które zdradzają w promieniach świetlnych ich naturę falistą undulacyjną.

Posiadamy jednak cały szereg bezpośrednich dowodów dla tych zapatrywań. Przedewszystkiem kinetyczna energia owych elektronów ukazuje się wyraźniej bezpośrednio (natychmiast kiedy) promienie upadają, a pośrednio jako silne ogrzanie tych miejsc, cienka blaszka platynowa rozżarza się, może się nawet stopić, a tak samo też ściana rurki szklanej.

Że elektrony owe są cząstkami ujemnie naelektryzowanemi, to dowodnie wynika Perrina i innych pokazujące, że promienie te istotnie ciała, na

które natrafiają, ujemną elektryczność nabijają, i co najciekawsze, że one tę własciwość nawet po przejściu przez bardzo cienkie (1/[illegible] mm) blaszki aluminiowe, jeszcze zachowują, które dla nich są częściowo przezroczyste.

Z tego też pochodzi, że silne siły elektrostatyczne zboczenie tych promieni wywołują, i to właśnie w takim kierunku, jaki odpowiada przyciąganiu przez biegun dodatni, a odpychaniu przez biegun ujemny.

Do najżywiej uderzających jednak zjawisk należy zboczenie tych promieni spowodowane przez pole magnetyczne. Umieszczenie bieguna magnetycznego przed rurką poziomo trzymaną wywołuje skrzywienie promieni, podobnie jak ciężkość skrzywienie nadół siły wody wytryskającej w kierunku poziomym. Zrozumiemy to zjawisko przypomniawszy sobie, że według Maxwella i Rowlanda poruszające się ciałki, naładowane elektrycznością, takie siły magnetyczne wywierają jak prąd elektryczny. Zatem muszą one też, odwrotnie, doznać w polu magnetycznem takiejże samej siły zboczającej, jak przewodnik, przez który przepływa prąd elektryczny, t. j. prostopadle do linji siły magnetycznej, jak to właśnie opisaliśmy.

Przy danem polu magnetycznem skrzywienie będzie tem znaczniejsze, czem większy ładunek elektryczny, a czem mniejsza bezwładna masa owych elektronów, a także czem mniejsza prędkość, z którą one wystrzelone zostały, zatem można z obserwacji tego skrzywienia otrzymać wskazówkę co do owych wielkości; ale aby je z osobna obliczyć, do tego potrzeba jeszcze więcej danych. Kombinując n. p. takie obserwacje z pomiarami zboczenia, spowodowanego przez pole elektryczne, można wyrachować prędkość owych elektronów i stosunek ładunku elektrycznego do ich masy materyalnej

a przy pomocy zręcznie obmyślanych doświadczeń Thomsona nad kondensacyą pary wodnej wywołaną przez elektrony można nawet wszystkie owe trzy wielkości z osobna obliczyć.

Obliczono tym sposobem prędkość dla tych promieni katodowych; rezultat może się w pierwszej chwili trochę wydawać zadziwiającym, gdyż nie znamy żadnego innego przykładu ruchu cząstek materyalnych o prędkości tego rzędu, najszybsze znane nam przenoszą (nawet w świecie planetarnym), a jednak został on potwierdzony przez bezpośrednie pomiary prędkości tych promieni zapomocą metody nadzwyczaj pomysłowej, przez Wiecherta zastosowanej, która przypomina w zasadzie metodę Fizeau'a użytą do pomiarów prędkości światła, (z tą jednak różnicą że zamiast koła zębatego użyto elektromagnesów zbudowanych szybko przemiennym prądem do periodycznego przerywania promieni).

Prędkość zresztą nie ma zawsze wartości zupełnie jednakowej, zależy ona nieco od stopnia rozrzedzenia gazu w rurce, a zatem siły elektromotorycznej potrzebnej do przebicia gazu, co jednak jest nadzwyczaj dziwnem nie zależy ona wcale i

102/53 IV 14 112

„O najdłuższych falach cieplno-świetlnych"

9/II 1911

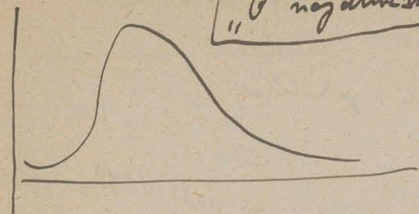
Referat w Kółku Fizycznym

V)

Tomkiewicz Józef 56	II	wdowa po rolniku				bd. Dunik 5 godz / " " labor
~~Alexo~~ Topolski Alexand 24 ~~24~~ ~~23~~	III	radca magistr. 4000 K realności z długami ponad wartość	3 z. 4 s 2 b n		3 cel Dybrowski 1 cel sem. "	2 cel Dybow / cel " sem / 3 cel Dybow / 2 bd Cierzel / cel {1 Dybow, Cierzel, Nusbaum, Dunik} labor
Tyrgiński Andrej 35		listonosz em. 55 K mies.	1 b. z / 2 b i 2 s n	pobiera na lekcje 10 fl mies		chwal Kraszk 5 godz / bd Witkow sem
* Wazowicz (Dunin) 5 Jerzy 57 ~~48~~	Wołowicz Leopold I	ab. rew. wyemigr. do Amer.	żona z 6 dzieci			matura / 4 cel, 6 zadano
Wyka Andrej 4	II	rolnik	5 n.			2 cel Demb 3, 2 / bd Zamyr / bd Finkel sem / cel {Finkel, Dembu} / zadaw. Pelman sem
Zakarzewski	I	em. naucz. lud.	1 s. z	dzie		matura

„O najdłuższych falach cieplno-świetlnych" — Referat w Kółku mat/fiz 9/11 1931 — (1)

113



$$G_\lambda d\lambda = \frac{C}{\lambda^5}\,\frac{1}{e^{\frac{k}{\lambda\theta}}-1}\,d\lambda$$

dla długich λ: $= \frac{C}{k}\frac{\theta}{\lambda^4}\,d\lambda$

więc natężenie maleje $\sim \lambda^4$; dla tego trudno wykazać długie λ, bo zostają zakryte przez olbrzymie przeważające promieniowanie o krótkich λ

Oddzielić: przepuszczalność absorpcja,
siatki dysp. słabe natężenie i nakrycie widm wyższego rzędu

Izolacja przy pomocy ciał anomalnie absorbujących



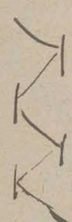
tam gdzie rezonancja, silna absorpcja, nieprzezroczystość, przeciwnie (nie powinno!)

tak jak metale, zdolność odbijająca duża

Fuchsyna metaliczny połysk

najdłuższe λ mam takie ciała które najdalej są przezroczyste

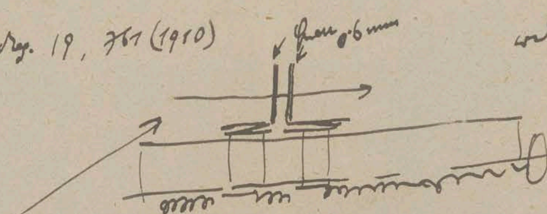
Na Cl
K Cl — Reststrahlen



Na Cl 51μ
K Cl 61μ } Rubens & Aschkinass (1898) mierzą λ siatką dyfrakcyjną

Rubens & Hollnagel Phil. Mag. 19, 761 (1910)

1). Źródło Auer żar.
2). izol. Reststrahlen
3). mierz. λ Interferometr
4). -- radiomikrometr



według wzoru dla pasma [illegible]

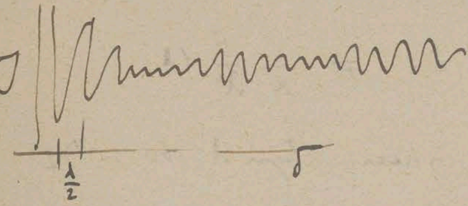
$$J = J_0 \frac{(1-\rho)^2}{(1-\rho)^2 + 4\rho\sin^2\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda}\right)}$$

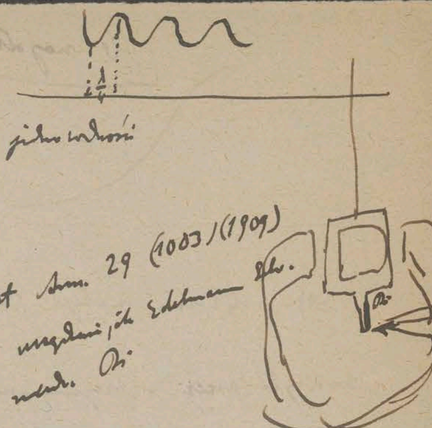
$\rho = 0{,}14$

więc $J_0 < J < 0{,}574\, J_0$

2).

Przy stopniowem powiększaniu δ:





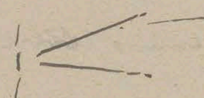
Ostatnie wnioski o jednorodności

potem H Schmidt Ann. 29 (1003) (1909)

według Paschen urządzenia, jak Edelmann pokr.

1 skrzydełko wyrób. Bi

(radiomikrometer)



świeca na 6 m ... daje 100 mm

przy spokojnem czasie stały punkt zerowy, ale gdy wiatr wielkie zmiany

Hefner-Altneck
prawie wariometer
a drobne komp.

ewakuacya pod kloszem daje stały 0

	λ_1	λ_2
NaCl	53·6 μ	46·9
KCl	62·0	70·3
KBr	86·5	75·6
KJ		96·4

Selekt. transmission

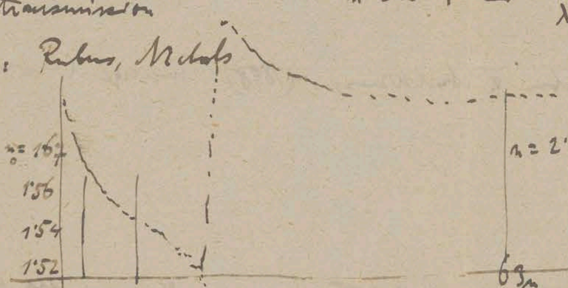
Quarz: Rubens, Nichols

$$n^2 = b^2 + \sum \frac{M_h}{\lambda^2 - \lambda_h^2}$$

(Drude)

$\lambda_1^2 = 0·0106$	$\lambda_1 = 0·1\ \mu$
$\lambda_2^2 = 78·22$	$\lambda_2 = 8·85\ \mu$
$\lambda_3^2 = 430·56$	$\lambda_3 = 20·7\ \mu$
$b^2 = 4·58$	

		Abs.
	λ = 0·185	n = 1·67
	0·4	1·56
	0·8	1·54
	2·2	1·52
Rubens	4·2	1·46
Nichols	7·0	1·17
	7·6	0·93
	8·0	0·48
	8·05	0·37
		Abs.



n = 2·14

∞

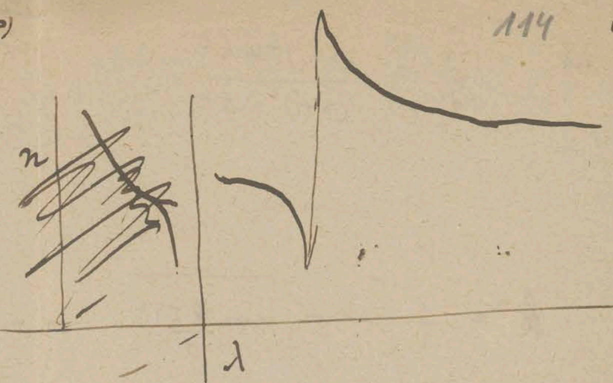
Rubens a Aschkinass Reststrahlen (1898)

Dyspersya anomalna związek z absorpcyą

Doświadcz. Roux

Christiansen Fuchsyna

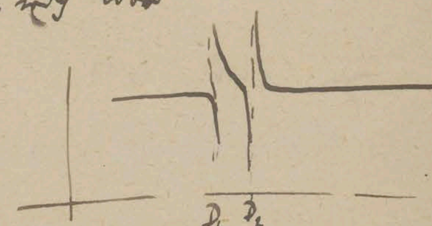
Kundt i inni



Teorya Ketteler, Helmholtz, Drude

$$n^2 = K + \sum \frac{M_k}{\lambda^2 - \lambda_k^2}$$

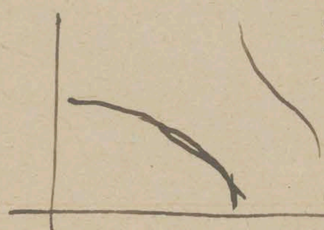
Pary sodu Wood

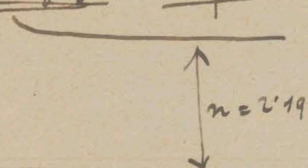


miejsca rezonansu

Eigenschwingungen

[illegible]





$\sqrt{K} = 2{\cdot}14$

$K = 4{\cdot}58$

NaCl

$$n^2 = 5{\cdot}18 + \frac{0{\cdot}018}{\lambda^2 - (0{\cdot}13)^2} + \frac{8977}{\lambda^2 - (56{\cdot}1)^2}$$ (Drude)

Kwarc

$$n^2 = (2{\cdot}14)^2 + \frac{M_1}{\lambda^2 - (0{\cdot}1)^2} + \frac{M_2}{\lambda^2 - (8{\cdot}85)^2} + \frac{M_3}{\lambda^2 - (20{\cdot}7)^2}$$ (Drude)

---

1 = (r + ~~[illegible]~~ (rozpr.) + przepuszcz. [illegible]

+ odbite rozpr.

+ pochłonięte

pochłanianie w dwojaki sposób

przybrać absorpcyą odnosi się tylko do tego co wnika !!!

4)

$$\text{Ref.} = \frac{J_2}{J_0} = \frac{(n-1)^2 + k^2}{(n+1)^2 + k^2}$$ Teorja Maxwella

$$k^2 = \frac{1}{2}\left[-1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2\tau}{\sigma}\right)^2}\right] = ~~+\frac{1}{2}\left[-1+\sqrt{1+\left(\frac{2\tau}{\lambda\sigma}\right)^2}\right]~~ \neq \left(\frac{c}{\lambda\sigma}\right)^2$$

$$n^2 = \frac{1}{2}\left[1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2\tau}{\sigma}\right)^2}\right] \neq \left(\frac{\lambda}{c\sigma}\right)^2 = n^2 = k^2$$

wciąż anomalnie!

Hagen i Rubens 1903

Drude

$$R = 1 - 0.365\sqrt{\frac{\sigma}{\lambda}}$$

115

Promieniowanie , rozszerzenie zakresu fal

prawo Plancka (Natanson)

serye widmowe

fluorescencya par J, Na, Hg Wood

Ogólnie wiedzy przeciw. w szkołach: dydaktyczne Vektor , Wszechświat

stosować przemiennie Zagadnienia U.

Praca nad tem Witk.

Okazać się Poradnik dla Samouków nowe wydanie

Dydaktyczna strona

Höfler, Grimsehl

Ćwiczenia fizyczne angielski system niemiecki od najniższych klas, dla wszystkich, Właściwa nauka w wyższych, dodatek do nauki stopniowo po wzorach

Gregory Simmons

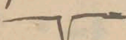
Doklenko

Hahn, artykuły w Nature,

Pogląd na badania nad. prom. Röntg. ... o długich falach || most prom. pośredni między optyką i elektr.

cały obszar

Najkrótsze Röntg.?





~~Haga i Wind~~ ~~Walter i Pohl~~

~~1912 Koch dyfrakcyjny~~

~~Sommerfeld $\lambda =$~~

Haga i Wind 1899 $\lambda = 10^{-8}$

Walter i Pohl $\lambda = 0$!

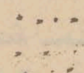
1912 Koch ilościowo wyznaczył

Sommerfeld ~~teoretycznie~~ ... $\lambda = 4 . 10^{-9}$

1912 Laue dyfrakcja w kryształach odległ. 10^{-8} — Münch. Sitzgs. Nature. Dodds 1912

siatka trójwymiarowa więcej ni...

tylko



$CuSO_4$ 1 mm ale nie gdy proszek!

$ZnSO_4$ 0·5 m..

odległość $b = 3·38 . 10^{-8}$ cm

$\lambda = 1·27$ aż do $4·83 . 10^{-9}$ cm

NaCl

C (Diam.)

10^{-9} — $10^{-5} \mu$

$0·10 . 10^{-4}$

$0·10 \mu$

Schumann (1892)

Ultrafiol. ...

bez powietrza (nawet bez wody)

aparaty z fluorytu

płyty bez żelatyny

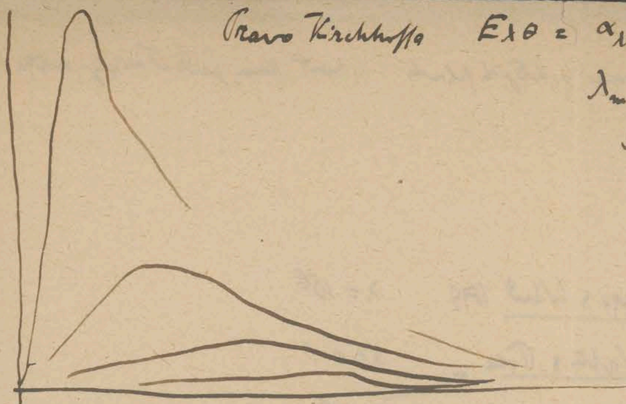
0·4 — 0·75 Fotk. ...

NaCl

Langley ... ~~...~~ aż do 15 μ

~~Rubens~~

Aschkinass (1886)



Prawo Kirchhoffa $E_{\lambda\theta} = \alpha_{\lambda\theta} \cdot b_{\lambda\theta}$

1470
273
1197

$\lambda_m \cdot \theta = 2940$ jeśli $\lambda(\mu)$

Słońce $\theta = 5880 = 5607°C$. $\lambda_m = 0.5\mu$

$\theta = 1197°C$ $\lambda_m = 2\mu$

$\theta = 20°$ $\lambda_m = 10\mu$

Planck 1900

$$b(\lambda,\theta)\,d\lambda = \frac{A}{\lambda^5}\,\frac{1}{e^{\frac{B}{\lambda\theta}}-1}\,d\lambda$$

Dla długich λ po za min

$$\neq \frac{C}{k}\,\frac{\theta}{\lambda^4}\,d\lambda$$

Właściwy sposób mierzenia: energii ciepła (absorpcja)

lub ciśnienie mechaniczne

Radiometry

Bolometry

Radiomikrometry

Rubens

Linia w 2 metry

w długości 700 kresek

Główne trudności rozdzielenie. Po za 10μ absorpcja pryzmatów zbyt silna

czemu się nie używa siatki dyfrakcyjnej?

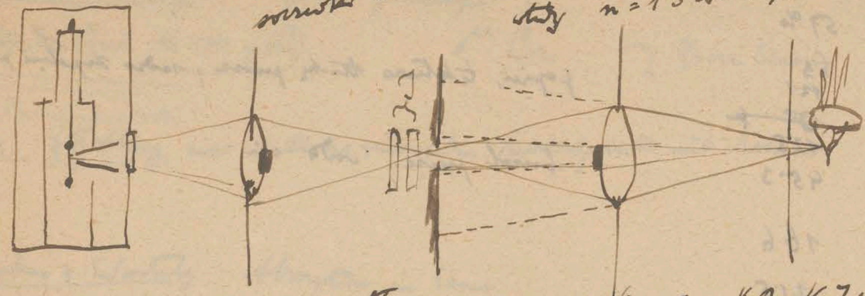
nakrywają się



Rubens & Wood / Ph. M. 21. p 249 (1911)

soczewki kwarcowe tak ustaw. że obraz dla n = 2·14 (=√K]

otwory n = 1'5 etc rozproszony



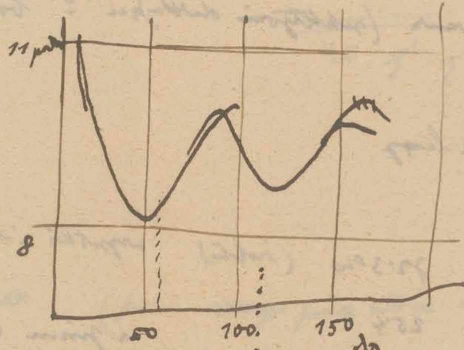
otwory pojedynczej pary (Kwarc. KCl KJ etc.)

dla λ < 80 silna absorpcja   odtąd dobra przezroczystość

(to samo dla parafiny)!

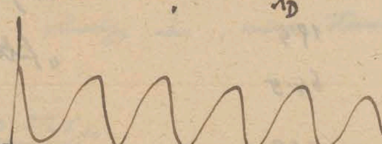
~~kwarzo~~ koncentracja

700 podz. na świecy w 2m

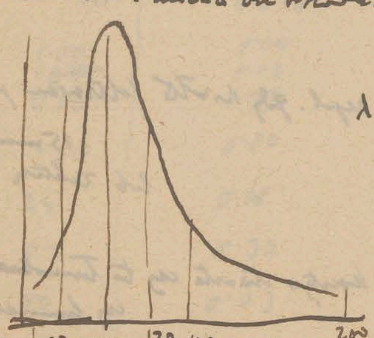


x 0·589

Gdyby tylko jedna fala to postawa



Więc z zanikania można wnioskować o długości



poniżej absorpcji

λ tak mierzone koło 108μ

zatem widzimy że prom. że istnieje jeszcze λ = 150, może 200

4). Przepuszczalność różnych subst. dla tych promieni

Paraff.	3 mm	57 %
Kwarc	2	63
	41.7 mm	12.1
topiony kw.	~~[illegible]~~ 2.00	~~[illegible]~~ 12.5
diam.	1.26	45.3
mika	0.055	16.6
NaCl	0.21	21.5
NaFl	0.59	5.3

papier, tektura trochę przep.; sadza zupełnie pochł.

Szkło przep.; woda nie

Rubens u. Baeyer Phil Mag 21 (689) (1911)

Inne źródło promieniowania (selektywnie absorbuje? bo promień całkowity $\frac{1}{\lambda^4}$ [illegible] dla długich λ)

iskry, łuki

wewnątrz Hg – Kwarz lampy

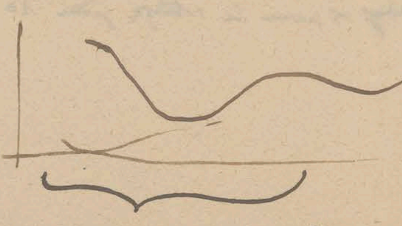
promieni.

Paraff	3 mm	72.3 %	(średnio)
Kw.	41.7 mm	25.4	
t. kw.	2.00	19.4	
diam.		64.5	
mika		38.8	
czarny papier	0.11	52.4	

wszystkie te więcej przepuszczają dla tych fal

a przez czarny papier jest światło tylko „filtrowane” przez papier

przy użyciu interferometru uzyskano krzywą, ale zupełnie ugl. gdy światło filtrowane przez 15 mm kwarcu lub tektury



314 μ = 83 mm

Ale kwestja otwarta czy to termoelektryczna Hg czy luminesc. czy Hertz fale

Rubens u. Baeyer Quarz Hg Lampe

Sitzungsber. Berl. Ak 1911 p 666 6n Cr , λ Quarz Linsen

Strahlung zwei deutlich verschiedene Spektralgebiete mit Maximis 218 μ / 343 || nach Lindemann [illegible] 209 / 286

Rubens u. Wartenberg Absorption in Gasen

Verh DPhG 13, 796 (1911) verschiedene Resultate durchsichtig Luft, H_2, CO_2, N_2, Cl, Cy, CS_2

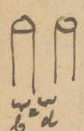
gut absorb. SO_2, H_2S, NH_3, C_2H_5OH

H_2O [illegible]

du Bois u. Rubens Ann 35, 243 (1911) Ph. Ag.

Polarisation durch Metallgitter

Schon 1893 bis 5μ



Pt, Cu, Fe, Au, Ag draht (polar. ~~[illegible]~~ [illegible] [illegible] [illegible])

Analyse ⊥ , [illegible] $\frac{I\perp}{I\parallel}$

circa 20 cm/mm

	b = 25μ	b = 52·5μ
λ = 0·49μ	1·036	1·01
1·00	1·06	1·04
1·[illegible]	1·03	
2·00	0·99	
4·50	0·80	0·92
24	0·68	0·86
52	0·37	0·80
100	0·03	0·45
108	0·01	0·39
314	0·00	0·00

Plücker, Hittorf

J, N, B_2O_3, S, CO, H_2O, ~~NH~~ CH_4

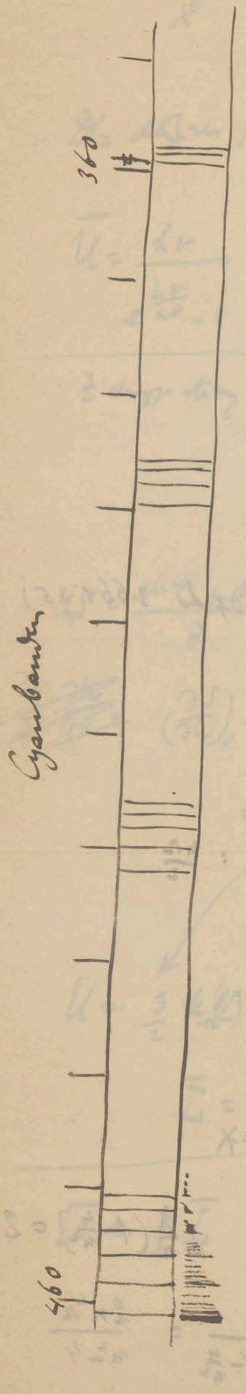
Deslandres

Thiele

Absorpcja przez O : A, B, α

cz. ← ||||| ||||| → f.

Langley, Rowland



Verbindungsspectra Kirchhoff u. Bunsen nie widzieli

Mitscherlich, Lockyer ~ → zawsze Bandenspektra

Jednak nie ma dyspozycji

Dwa różne ciała mogą wydawać złożone z tych samych linii.

Nawet zdaje się że nie ma wyjątków ..

Nie przemawia się..

~~[illegible]~~ Szerokie w gęstości wyższej ; nawet mogą dać widmo ciągłe w skutek wielkiego zgęszczenia

Regularności : Szukanie stosunków harmonicznych bezowocne Schuster

Balmer: $\lambda_n = 3647{,}2 \dfrac{n^2}{n^2-4}$ $n = 3 \ldots$
1885

Ångström 4
Cornu, Ames jeszcze 9

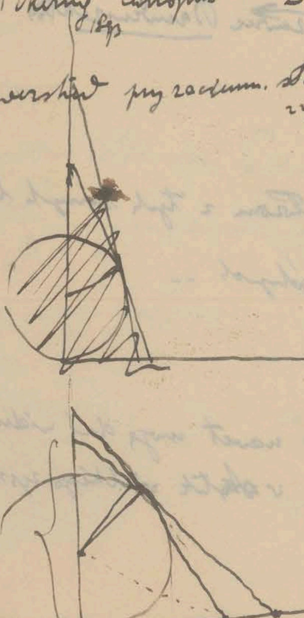
		beob.	ber.
	C	6564.97	6564.96
	F	4862.93	4862.93
	G	4342.00	4341.90
	h	4103.11	4103.10

Hale (1892) w Protuber. 4

Deslandres (1892) " 4

Pickering Canopus 2
(1893)

Evershed przy zaćmieniu Słońca 22/1 1898) w całym 28 linii (od 6563.07 do 3661.35)



$$\lambda : 2m = r : \sqrt{(m-1)r^2 - r^2}$$

$$\lambda - r : r = \sqrt{\lambda^2 + \frac{n^2 r^2}{4}} : \frac{nr}{2}$$



$$\left(\frac{\lambda}{r} - 1\right) = \sqrt{\frac{4\lambda^2}{n^2 r^2} + 1}$$

$$\frac{\lambda^2}{r^2} - \frac{2\lambda}{r} + 1 = \frac{4\lambda^2}{n^2 r^2} + 1$$

$$\frac{\lambda}{r} - 2 = \frac{4\lambda}{n^2 r} \qquad \frac{\lambda}{r}\left(1 - \frac{4}{n^2}\right) = 2$$

$$\lambda = \frac{2r}{1 - \frac{4}{n^2}} = \frac{2n^2 r}{n^2 - 4}$$

$$K_\lambda = \frac{c^2 h}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{ch}{k\lambda\theta}} - 1} \qquad \sigma = \frac{2\pi}{c}\int_0^\infty K_\lambda \, d\lambda$$

Dla długich fal: $K_\lambda = \frac{ck\theta}{\lambda^4}$ (Rayleigh) [illegible]

$$\overline{U} = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k\theta}} - 1} \neq k\theta \qquad S = -\frac{kU}{\varepsilon} \lg U$$

jeśli $h\nu = \varepsilon$ = 0 $\overline{U} = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{k\theta}} - 1} \neq k\theta$

Z drugiej strony [illegible] $S = +k \lg W = -k\int f \lg f \, d\sigma$

$$= k(N)\left(\tfrac{3}{2} \lg U + \lg V\right)$$

$$dS = \frac{dU + p\,dV}{\theta}$$

$$\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_V = \frac{1}{\theta} = \frac{3}{2}\frac{k(N)}{U} \qquad \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_U = \frac{p}{\theta} = \frac{k(N)}{V}$$

$$p = k\frac{(N)\theta}{V} = \frac{Hn\theta}{V}$$

$$k = \frac{Hn}{(N)} = \frac{H}{N}$$

$$U = \frac{3}{2} k(N)\theta = (N)\overline{L}$$

$$\overline{L} = \frac{3}{2} k\theta$$

$$\overline{U} = \frac{2}{3}\overline{L}$$

Elektrony [illegible] między [illegible] ruchu protonów.

$$\lambda = \frac{1}{2}\overline{U} = \frac{1}{3}\overline{L}$$

$\varepsilon = h\nu =$

$h = 6{\cdot}548 \, . \, 10^{-27}$ erg sek

$k = 1{\cdot}346 \, . \, 10^{-16}$ $\frac{\text{erg}}{\text{grad}}$

| $\sigma = a\theta^4$: $a = 7{\cdot}061 \, . \, 10^{-15}$ $\frac{\text{erg}}{\text{cm}^3 \text{grad}^4}$

| Lummer & Kurlbaum pomiar Stefana

| Lummer & Pringsheim $\lambda\theta = 0{\cdot}294$ cm

$N = 6{\cdot}175 \, . \, 10^{23}$ | liczba w 1 cm^3 = $2{\cdot}76 \, . \, 10^{19}$

$e = 4{\cdot}69 \, . \, 10^{-10}$

$= \frac{9658 \, . \, 3 \, . \, 10^{10}}{N}$

$h = \frac{\varepsilon}{\nu} = ct$

---

prawo Maxwella $f = \alpha \, e^{-\beta(\xi^2+\eta^2+\zeta^2)}$

$S = k \lg W$

$W = A e^{\frac{S}{k}}$

$\beta = \frac{3m(N)}{4U} = \frac{3m}{4}\frac{2}{3k\theta} = \frac{m}{2}\frac{1}{k\theta}$

o ile mi obecny systemu

$\frac{W}{W_0} = A e^{\frac{S-S_0}{k}}$

$= A e^{-\frac{[illegible]}{k\theta}}$

$U = L + \Phi$

$f = \alpha \, e^{-\frac{1}{k\theta}\left[\frac{m}{2}(\xi^2+\eta^2+\zeta^2)\right]}$

Ogólnie Boltzmann-Einstein $f = \alpha \, e^{-\frac{1}{k\theta}\overbrace{(L+\Phi)}^{U}}$

np. $\Phi = mgz$

$f = \alpha \, e^{-\frac{1}{k\theta}L - \frac{mgz}{k\theta}}$

$\frac{m}{k} = \frac{mN}{H} = \frac{\mu}{H} = \frac{\mu}{R}$

$f = \alpha \, e^{-\frac{L}{k\theta}} \, . \, \underbrace{e^{-\frac{gz}{k\theta}}}_{\text{aerostat. równ.}}$

Vibrat. energie $\quad 0 \quad \varepsilon \quad 2\varepsilon \; \ldots$

Häufigkeit $\quad 1 : e^{-\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}} : e^{-\frac{2\varepsilon}{\kappa\theta}} : \ldots$

$1 + x + x^2 + x \ldots = \frac{1}{1-x}$

$$N = C\left[1 + e^{-\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}} + e^{-\frac{2\varepsilon}{\kappa\theta}} + \ldots\right] = \frac{C}{1 - e^{-\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}}}$$

$1 + 2x + 3x^2 \ldots = \frac{1}{(1-x)^2}$

$$U = C\varepsilon\left[e^{-\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}} + 2e^{-\frac{2\varepsilon}{\kappa\theta}} + \ldots\right] = C\varepsilon \frac{e^{-\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}}}{\left(1 - e^{-\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}}\right)^2}$$

$$\overline{U} = \frac{U}{N} = \frac{\varepsilon \, e^{-\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}}}{1 - e^{\cdots}} = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{\kappa\theta}} - 1}$$

$8 \cdot 10^7 \frac{cm}{sek} \qquad m\frac{v^2}{2} = 2.8 \cdot 10^{-12}$ erg $\qquad \lambda = 0.3\mu$, $\; \nu h = 6.5 \cdot 10^{-12}$ erg

Joule-Kelvin, Inwersya, Helium − 272° || Wysoki temp. oznaczanie punktów topl.

Właściwości wł. przy niskich temperaturach ; Prawo Dulong-Petita, Einstein

wodór

opór metali

promien. cieplne

„idealne ciało stałe"

III Hauptsatz

Gazy rozrzedzone, Radiometry, pompa Gaedego

Ruchy Browna etc.

Sackur
Byk
Nernst
Perrin

Rozbrojenia w gazach, metoda Millikana e, Thomson promienie +, Doppler effekt Kanalstrahlen

Teorya elektronowa

~~Ugięcie promieni Röntgena~~

G. C. Schmidt
Kanalstrahlen
Annalen

Teorya magnetyzmu, magnetony

Fluorescencya Wood, magnetooptyka etc.

Witkowski III tom
Rudolf fizyka
Prace mat. fiz.

„Wektor"

Zf. phys. ch. U.

Ciśnienia fizyczne

Gregory & Simmons
Dobrzycki
Hahn
Abraham - Spiegelmann
Kinematyka Wiad. pom.

Claude Schule d. El.

Physik u. ihre Leistungen

Mme Curie Radioaktivität

Grimsehl
Die Metalle d. Physik
Lehrb. d. Physik
Höfler

Edmund Teof — 840 K 4 m. Lekage 2 rel 4 bd 8 d 1 dst

~~45~~ 52

Hirschler Jan	II	lekon pauliat 3000 K rechwii z długami 15.000 K.!	3 k. n.	Nierobit, Bodnicki Bawrowski Bielski lub inni	rel Nussbaum lub bd Ciesielski " rel Nussbaum bd " 1 rel Zalewski

44

123

101/53

124

IV 8

Wykład uniwersytecki

jakiś

inauguracyjny

we Lwowie

					1 Dangra cel 1 Zakr. inn bd	2 Radziszewski 6 godz, 6 godz cel bd ~~Dangra~~ ~~Lunzyna~~ 2 godz bd " semin. bd ~~Zakrzewski~~ labor. cel Radziszewski "
Boroń Stanisław	47	II	rolnik 5 morg.	2 c. 8 n.		cel Zakrew. 5 godz cel Zakrew. 5 godz
Borek Wawrzyniec	58	I	sierota po rolniku	1 c. 2 n.	żyje z lekcyj Ant. Spadwińskiego o stypend.	matura 2 d. 8 dostat.
Cypryś Franciszek	48	I german.	dobry kowal 2 liche morgi domek drewniany	5 n.		matura z odzn. 4 cel 4 bd 2 dob.
Dubik Piotr Rafał	9	IV	kusarz kolejowy 800 K rocznie mały drew. domek	3 s. n.	matura bez odzn. 2 Rojew cel 1 Ernst bd	cel Łaska bd / { Lunzyna 3 godz; Ernst 2 godz } bd Lunzyna semin cel Krajewski 2, 3, 2, 5 godz. bd { 2 Smoluch 3, 5 godz; Zakrew 5 godz; ~~Ernst 3 godz~~ } cel Zakrew. laborat.
Halibej Stefan	48	I	rybak stara chałupa	6 n.		matura z odznacz. 2 cel 7 bd 2 dob.

[Zanim przystąpimy do właściwego przedmiotu naszego, chciałbym wprzód kilka słów powiedzieć co do stosunku naszego wzajemnego.]

Dziękuję Panom za Waszą owację. Spodziewam się że będziemy żyli w dobrem porozumieniu (dobrej komitywie) ze sobą i że będziemy mieli wzajemnie zaufanie do siebie.

Co do Was Panowie) ~~Jestem przekonany~~ że ~~Wy Panowie~~ macie najlepsze chęci do pracy (aby się nauczyć czegoś dobrego porządnego), bo przecież do naszych przedmiotów wogóle nikt się nie zabiera, ~~który~~ kto nie ma ~~jakiego~~ talentu i zamiłowania w tym kierunku. A z mojej strony, ja będę szczęśliwym, jeśli mi się uda wzbudzić lub podnieść Wasz interes we ~~tych~~ fizyce, i wszelkich starań ~~dołożę~~ w tym celu będę dokładał.

Nasz uniwersytet lwowski jeszcze nie ~~wsł~~ wsławił się szczególnie pod względem fizyki, i właściwie nie można się temu dziwić, gdyż ~~nasz uniwersytet~~ on jest wogóle jeszcze bardzo młodym, a szczególnie fizyka doświadczalna aż do niedawna miała do walczenia z różnemi zewnętrznemi przeszkodami, ale teraz co owe przeszkody usunięto się, można już zabrać się energicznie do pracy.

Smutną rzeczą byłoby, gdyby jak to niektórzy twierdzą (Nam Polakom ~~[illegible]~~) brakowało zmysłu i zdolności do nauk ścisłych — (łatwo na dowód tego przytoczyć kilka imion europejskiej sławy) i z pewnością to nie jest prawda ale prawda jest, że na tem polu stosunkowo nisko stoimy, że nie zdziałaliśmy ani części tego co ~~[illegible]~~ w literaturze, historyi, muzyce, sztuce itd.

Wy Panowie przedewszystkiem jesteście powołani aby ten stan rzeczy zmienić, ~~[illegible]~~ aby podnieść poziom naukowy — względem fizyki —

Rozpoczynając dziś wykłady moje na tutejszym uniwersytecie chciałbym wprzód powiedzieć kilka słów, które nie są w związku bezpośrednim z naszym tematem. Jestem pewien, Panowie, że będziemy żyli w dobrem porozumieniu ze sobą i że będziemy mieli wzajemne zaufanie do siebie, bez którego nie ma pracy ~~[illegible]~~nej, bo jestem przekonany że

przez własną pracę naukową jak i przez nauczanie młodzieży, co
przecież po większej części będzie waszym zawodem. ~~Więc zobowiązuję się~~
A ja będę ~~się starał~~ być Wam pomocnym o ile ~~możności~~ mogę, i życzę sobie w tym celu
chciałbym
~~zachęcać do energicznej intensywnej pracy~~ wejść w bliższą styczność z Wami.

~~A~~ ~~zaś~~ proszę więc żeby, jeżeli ktokolwiek z Panów nie zrozumie czegoś
z wykładu, ~~albo~~ bądź to treści fizycznej bądź to matematycznej,
żeby się wtedy nie żenował tylko mnie się spytał; ja z największą
chęcią
~~przyjemnością~~ będę się starał mu tę rzecz objaśnić. (których trudno omijać we ~~ale wykłady~~)

Wiem ja z własnego doświadczenia jako student (że dwa szczególnie są szkopuły wykładów:
i rozdołki)
czasem wykłady tak dalece są elementarne (że słuchacz nudzi
się śmiertelnie słysząc wciąż tylko powtarzanie rzeczy już dawno
mu znanych, a czasem znów tak uczone ~~i tru~~ i wymagające
wiadomości różnych przedwstępnych, że studenci zgoła nic nie są w stanie
zrozumieć i zupełnie się zniechęcają. Trudno jest dla profesora
trzymać się właściwej drogi średniej, jeżeli nie ~~zna~~ zna słuchaczów, nie wie jakie są ich
wiadomości przedwstępne ~~słuchaczy~~ i.t.d. Także z tego względu
bardzo ~~będzie mi przyjemnem jeżeli~~ życzę sobie być w styczności
z Panami i proszę Was jeszcze raz żebyście się zawsze do mnie
udawali jeżeli Wam coś jest niejasnem, jeżeli ~~macie dow~~ lub
nasuwają się Wam jakieś
wątpliwości.

Rozp.: Niniejsze wykłady [illegible] które będą tworzyły część dłuższego, trzy lub 4 letniego kursu fizy[illegible] teoretycznej, w którym po kolei poznamy wszystkie ważniejsze części fizyki t.

Poprzednio miałem zamiar ułożyć te wykłady jako dalszy ciąg ~~teorii~~ przestrzennego, ale jak już wyżej wspomniałem, zdecydowałem się powtórzyć jeszcze – zupełnie w krótkości – także mechanikę ciał sztywnych którą się ~~po~~ w pierwszym półroczu zajmowaliśmy; ~~to~~ to będzie tworzyło wstęp do właściwego przedmiotu do teorii sprężystości, hydromechaniki etc. i umożebni Panom z pierwszego roku uczestnictwo przy tym kursie.

W dalszym ciągu bowiem będziemy musieli ciągle posługiwać się metodami wyższej matematyki, a w ten sposób Panowie będą mogli zapoznać się ze zasadami rachunku różniczkowego podczas pierwszego miesiąca za pomocą ćwiczeń praktycznych, które będziemy urządzali w Sobotę o drugiej godzinie i będą mogli ~~k~~ korzystać potem i z dalszych wykładów podczas gdy to zresztą bez wstępnych matematycznych wiadomości byłoby niemożliwem.

~~Ale naturalnie będzie to wymagało pewnej pr~~

Panowie są wtedy o tyle w korzystnem położeniu że mogą ~~się~~ rozpocząć studyum w racyonalny sposób: studyum matematyczne ~~ws~~ rachunkiem

różniczkowym, a studium fizyki m[illegible]tóre tworzy fundament całej fizyki; a która dopiero za 4 lata mów ty[illegible]nia [illegible] tak że Panowie zyskuje prawie rok studium studiujące teor[illegible]kłady.

Ale naturalnie będzie to wymagało pewnej pracy ze strony Panów początkujących zwłaszcza w pierwszym miesiącu, bo będzie trzeba nie tylko uczęszczać na wykłady ale także starać się je dobrze przetrawić i przedmiot gruntownie zrozumieć. A właśnie zrozumienie początków jest tu najważniejsze.

Przepraszam że czynię Panom te uwagi ale wiem że często się to dzieje inaczej niż w początku się myśli: a ja mam jeszcze 4 lata przed sobą, na to dosyć jeszcze czasu, a potem w rzeczywistości niesłychanie trudno znów jest się połapać i dać sobie rady z przedmiotem, i tym sposobem dużo czasu się traci.

Z tej samej przyczyny proszę Panów także ~~[illegible]~~ jak najmocniej żebyście mnie Panowie robili uważnym jeżeli coś w wykładach może nie będzie jasnym i proszę Panów w jakichkolwiek bądź wątpliwościach się do mnie udawać. Mnie to tylko będzie prawdziwą przyjemnością, jeżeli zobaczę także zainteresowanie się i jeżeli mogę Panom coś objaśnić.

Zdaje mi się że w ogóle wykłady fizyki matematycznej są ważniejsze pod pewnym względem od innych; bowiem w innych działach nauki, we fizyce doświadczalnej, w matematyce, chemii i t.d. mamy dobre, czasem nawet doskonale napisane podręczniki, podczas gdy tu ich prawie wcale

128

Augustyński Jan 21	II r.	wdowa ościenatka 6 morgów 6. ctej roli	6 r. n.	petent żyje z lekcyj.	cel. Kruszk. 3 godz. cel. Witkow. zim. { cel. (2) Werner 2 godz. / b. d. Tward 4 godz. b. d " 3 " cel. Danysz b. d Witk. } sem. zim { b. d Witk dost. Kruck
52		mat. sem: 2 cel, 3 bd, 3 d, 3 zad. 6 dost mat. gimn. 2 cel 4 bd 4 d			
* Bałkowski Ksawery Romuald	II r.	sierota utrzymuje 2 siostry	2 s. n.	ubiegał się o posadę naucz. lud. - ale nie dostał	b. d Jesieniński 3 godz.
Bogacki Kamil Jan	I r. 29	naucz. lud. 1200 K	5 osób		matura 2 odznacz. ! 9 cel, 1 bd.
Babiński Bronisław 45	I r	organista domek, 2 morgi 120 K	4 z. 2 n.		matura 2 odznacz. 3 cel 5 bd 2 d
* Bieńkowski Ludwik Teofil 25	III r.	dzierżawca	1 z. 4 n.	petent z dawania lekcyj. { jakiekolwiek - lub o zwłokę 1½ miesiąca do zgromadzenia dowod. absolutoria }	b. d. Demb. cel Danysz 1 cel Demb. 1 " Rehm. 1 " sem " 3 cel 1 cel Rehman } sem 1 dost. Demb. } sem
Bartkiewicz Stanisław 3	III r.	sierota 10 K miesięcznie	3 n.	daje lekcye	cel. { Smol. 5 godz / Zahn 2 godz / Rajew 2 godz / Danysz b. d labor. Lukr

2 Rajewski cel

103/53

IV 19

128a

Odczyt inauguracyjny
na U. J.

Maj 1913

Kaliszczak

17). Kowalski II wdowa po rękodzielniku g hist 2(6) cl ; 2(7) cl (mat. obr.)

18). Poradowski II

19). Dziśnicka II wdowa po urzędniku sądowym pensja? przyr 3(14) cl ; 2(7) cl 3 bd 2 sem

20). Rzuchowski II sierota utrzymuje 4 rodzeństwa przyr 1(6) cl ;

1 sem ; 2 d, bd 1 sem | 7 d, bd 4 sem

21). Krzyżanowski IV wdowa po dyrektorze sądowym 3 z fil

2(5) cl 1 sem cl ; 1(5) cl

~~22). Kaliszczak II sierota~~

1(5) bd 1 sem cl ; 1(3) cl 1 sem cl | 5 bd

– 22(b) Martyniuk III wdowa

23). Dybik III ślusarz kolejowy : 800 K 3 z matfiz 1(5) bd ; 2(5) bd 1 sem cl | 2 bd.

~~24). Łomnicki III prof. gimn.~~ 1 z 12 matfiz 3(10) cl 2 sem bd ; 2 cl 1 sem bd | 5 cl 3 sem bd

25). Solecki IV rewizor targowy : 912 K. 5 z matfiz 2(8) bd | 6 bd cl 5 sem

26). Marysiuk II wdowa po woźnym sądowym pensja? 2 z hist 4(10) cl . 1 sem d [w ost. roku [illegible] wojsko]

27). Timoszczuk I wdowa po rękodzielniku 5 m | 4 z 42 mat (6 c, 5 bd, 1 d)

28). Tokarski I ojciec insp. szkolny pensja? 7 z mat (2 c, 6 bd, 1 d)

– 28 b Falkowski – – – . wdowa 1 z 12 (3 bd, 6 d, 1 dost.)

29). Rachlewicz II sierota 2 z (bez naucz.) pol. 2 ( ) cl

30). Wurst IV wdowa po notar. 2 z 2 z dom w Kosowie hist F 2 cl 1 sem | 1 cl 1 sem | 5 bd 3 sem

1(5) d ; 1 sem | 3 bd 1 sem

B 31). Mazurski IV wdowa po adwokacie kapitał : 20.000 K. 2 z

32). Osada I

O metodach Fizyki doświadczalnej

Katedra „fizyki doświadczalnej"

taka analityczność wcale nie istnieje; tak jak nie można dzielić muzyki na muzykę { komponowaną / wykonaną

Tylko kompozycja / wykonywanie } muzyki

Każda muzyka przed wykonaniem musi być skomponowana

Każdą kompozycję komponuje się dla wykonania

tylko połączenie dośw. i teorji jest fizyką

dośw. bez teorji jest zabawką

teorja bez podstaw dośw. jest fantasmagorją

istnieje tylko podział na wykłady doświadczalne fizyki oraz pracę twórczą dośw. fiz.
" teoretyczne " " " teor. "

zatem raczej „o metodach pracy doświadczalnej w fizyce"

Wykłady dośw. wstępne kursy łączy się zwykle z dośw., aby zapoznać ze zjawiskami fizycznemi, uczyć patrzeć i obserwować, skłonić nie tylko czytać

naczelna zasada: łączyć argumentację logiczno-matemat. z wyobraźnią samego zjawiska

~~ta~~ gdy wyobraźnia uczy wymykać się i zjawisko same poznane, przy kursach specjalnych jest nie potrzebne dośw.

Pokazy doświadczalne potrzebne i pouczające, ale ostrzegać przed mniemaniem jakoby ~~zatem polegały~~ to była istota pracy dośw. w fizyce

---

Znaczenie doświadczeń poznaje się wyłącznie w pracowni wykonując je samodzielnie

Faraday: ~~żadnego zjawiska~~ znaczenia dośw. nie rozumiem dopóki sam nie powtórzę

Takie dośw. są przedewszystkiem pomiary, gdyż fizyka „ścisła", prawa liczbowe (ilościowe)

również od obserwacji, dowolne wywołanie lub wstrzymanie na próbę zjawiska

Doświadczenie jest podstawą

pytanie postawione przyrodzie (Leonardo da Vinci)

cała sztuka polega w tem żeby pytanie postawić jasno, nadewszystko umiejętnie jak preparator (trzeba pytania stawiać wszędzie)

i żeby przyrodę zmusić do odpowiedzi.

Trzeba wiedzieć o co się pytać i trzeba zrozumieć odpowiedź | bajka, Siegfried Wotan

Ostrzec przed eksperymentowaniem bez jasno wytkniętego celu tak jak przebieranie na pozycji...

Chłopiec kręcący się przed maszyną elektr. itp. nie nauczy się fizyki

nie jest to ~~bez~~ pożyteczne bo zaznajamia ze zjawiskami przyrodzonymi naturalnymi, - ale nie da ...

czasami „przypadek" naprowadza na odkrycia, ale to jest rzadkie oprócz wszystkiego (Galvani, Seebeck, Röntgen
(którzy się nie spodziewali)

ale jaki cel wytknąć, jak plan obmyślić?

W przyrodoznawstwie łączy się ~~[illegible]~~ prawo dość ściśle z indukcyjną metodą wnioskowania

Systematyczne nazbieranie materyałów, porządkowanie, ~~[illegible]~~ wyciąganie pewnych wniosków itd.

Skąd i ta teza bywa przedstawianiem przy-

2 (wielkiej ilości) danych faktów szczególnych ~~[illegible]~~ bez z góry powziętej myśli wyciągamy prawo ogólne

Także w fizyce często tak postępujemy

zbierana w działach mniej znanych ~~[illegible]~~ gdzie nie ma jeszcze przewodnika teoretycznego

ale zwykle już w interpretacji stoimy się jakoś konstrukcyj teoretycznych

~~[illegible]~~ Klasyczny przykład: badania Regnaulta nad równaniem stanu   Andrews

przeźroczystych par nasyconych

Konowałow

~~[illegible]~~ badania Dulong Petita ciepło atomowe ciał stałych || załamanie światła

Kopp Neumann || pojęcia dielektryczne

Wiedemann-Franz (?)

~~[illegible]~~ układanie wzorów „empirycznych" tu już zwykle teoretyczne przesłanki się łączą (w interpretacyi)

Trudność obfitości (materyału i szczegółów)

tak jak poszukiwacz złota w Kalifornii musi przemyć całą masę piasku ściernie starannie aby znaleźć złote ziarnka

Jak to objąć jednym wzorem

zawsze tylko przybliżony

w przyrodzie, chemii opracowany zbiór materyału olbrzymi szczegółów, tylko stosunkowo liczba przewodników, [illegible]

Często to się nie udaje wcale np. zależność lepkości od temperat. olbrzymi materyał, ale nieprzystępny

zależność długości iskry od potencyału i kształtu elektrod

Czasami udaje się nadspodziewanie

~~[illegible]~~ Tycho de Brahe — Kepler — Newton

zdaje się okazem typowej indukcyi, w szczególności jednak tak nie jest

Kepler robił najrozmaitsze próby na podstawie spekulacyj teoretycznych (i to bardzo fantastycznych)

przypadkowo trafił na taką która się udała

Przybliżenie wzorów; szczęście że Tycho de Brahe nie robił dokładniejszych pomiarów
bo opis aparatury
Czemu natomiast prostota, źródło prostoty,

Najoryginalniejszy przykład indukcyi
Akademia Paryska 1775, (
perpetuum mobile, ogólnie II

sprawdzanie wniosków, „ukryte przesądy" wśród matematyki podstawy niepewne

. właściwie osobiste obserwatora

cierpliwość (Schumann, Rowland

wielcy eksperymentatorzy klasyczni Faraday także Witkowski

romantycy jak Kelvin, JJ Thomson, Ostwald, Nernst
(↓)
zacząć inspiracyj, współpracowników

Witkowski

Zastrzeżenie pokory potrzebne ale..

Co to wyjaśnia, prze.. Tajemnicza istota.. powiew Faraday: znaczenie eksperymentu wyższe wysiłku niż zna.. dopóki go sam nie zrobi

[illegible] dośw. nauk. — nie wystarcza

Pojęcie doświadczenia

przewodzi wyższość nad obserwacją

Leonardo da Vinci : Pytanie , cała sztuka : jasno.— .. pokrzesła

Celowo , bez planu zebrania,

„Przypadek" odkrycie Galvani 1789 Oersted 1820 Seebeck 1821 Röntgen 1895

Normalna metoda: celowa systemat. praca dośw. , Konstrukcja jakiś cel, jakiś plan łączy się z konstrukcją metody nauk. { indukcyjna / dedukcyjna

Indukcja systemat. zbieranie materiału, analiz, klasyfik., wyrażenie ... : [illegible], wzory, kształty, prawa

podana przez matematyk precyzuje

Także na fizyce metoda ind. , musiały tam przejść na teorię , ale wówczas prowadzi do celu powolnie - - -

Jeżeli stosunkowo prosto przy rozwiązaniu zagadnienia dość wielkie | Ptolemeusz (70-147) / Snellius (1620) / Newton | Dulong-Petit / Wiedemann-Franz / Stefan

większa liczba czynników różnie wiodących Regnault $v = f(p, t)$ / Witk. / Konowałow

⇒ wahadłowe, kombinacje, tablice, nomografie

ale to nie wystarcza! Wzór [illegible] ilości prosty , kiedy ?

Wysoka dokładność: Tycho de Brahe, Kepler

[illegible]

{ 1). czemu ilościowo proste / 2). Kepler nie ind., tylko spekulatywnie

wnk: Podstawy pracy na tym punkcie , teoret,

Jeżeli wielkiej udział teorii w badaniach dedukcyjnych

Sposób znany : hipoteza — — wniosek

Maxwell elektromagnet. teoria światła, ciśnienie światła.

Myśl poprzedza badania dośw. zakreśla cel : błądzenie : po parowozie strumyk

Różnica z matematyką

Największe tryumfy, śmiałość , atomistyka, elektronika, kwanta , Hebben

Schuster:

Niebezpieczeństwo : zamęczenie objektywności.

w historii fizyki przykłady gdzie obie metody się splatają : promieniotwórczość

Akad. Paryska 1775

technika laboratoryjna Gwiazdki , amerykańsk. laborat., skrzynka-skrzynka, czyli energetyczne źródło, rozwinięte w aparatach/ortogr.

Precyzja wyznaczania wzrastające kg Nr 14 1 kg —[0.013 ± 0.002] mg

mikrowaga Ramsay 0.03 mg ± 0.000003 mg

elektryczne przyrządy granica czułości

Skroplenie helu (1908) −271.75°, Nernst

Tylko instytuty wyposażone gruntownie i wielkie mogą współzawodniczyć

To ~~bardzo~~ dość częsty typ że pracy się dzieli: jedni tylko surowy materyał dośw.

drudzy usiłowania interpret. teoret.

Ale rozwijając teoryę ~~...~~ myśli w samych podstaw pracy dośw. — i to jest właśnie typowy rodzaj ~~pracy doświadcz~~ badań fizycznych.

Robimy hypotezę, teoryę oczywiście nie wyssaną z palca tylko nasuniętą analogiami itd.

a konsekwencye ~~po~~ sprawdzamy doświadcz.

Jeżeli się sprawdza —

jeżeli nie — —

Np. w elektryczności Cavendish, Coulomb

płyn elektr. — analog. z masami ciężkiemi:

prawo Newtona $\frac{ee'}{r^2}$ sprawdz.

dośw. bardzo niedokł. pewna wielka możliwość błędu, ale mimo to wierzymy w

dokładność r^2, dalsze konsekwencye dopiero stwierdzą

Elektr. tylko wtedy może być w równowadze rozpościerając się na samej powierzchni

tylko wtedy dokładnie zostaje elektr.

~~Jeżeli dośw~~ Teorya Maxw. stwierdza r^2

Fourier prawa ciepła, Ohm prawa elektr.

Faraday kierował się analogiami i ~~...~~ poglądami teoret.

to jest w samych początkach nauki o elektr. Maxwell, Hertz

Nasamo dziwnie się splata teorya z dośw. Curie-Skłodowska odkrycie ~~...~~ rad. polonu

Czem dalej tem więcej miejsca zajmuje teorya, tem śmielsze konstrukcye i dośw. ma zadanie sprawdzać

Pytanie tak albo nie, experim. crucis, wyprowadzanie wniosków na wszystkie strony

Zbadanie przewodnictwa metalów niezrozumianym okazało się atomistyka elektronika

z drugiej strony dzisiejsza teorya kwantów

Dlatego pierwszorzędne miejsce zajmuje właśnie badanie idące drogą wytkniętą teoretycznemi przesłankami.

wszelkiej teoryi podstawa w pewnych danych

Śmiałość hypotez! Rutherford ~~...~~ transform. — Helium

Ten rodzaj pracy dośw. wymaga jednak o wiele wyższego stopnia samokrytyki i zamiłowania do objektywnej prawdy.

Fatalny taki obserwator który to widzi czego pragnie!

We sposobie wykonania doświadczeń zamiłowaniami osobistemi, styl eksperymentatora opromienia ogromną odgrywa rolę

Zestawienie różne umiejętności posługiwania się prostymi środkami

Quincke: Glas und Schulwachs

Lord Rayleigh

wogóle Anglicy,

Co przyjdzie nam nieraz myśl i szkło = przyrząd do typowania pióra

Z drugiej strony wspaniałe urządzenia eksperymentalne laboratoriów amerykańskich i niemieckich, (a także wszystkich) chodzi o (korzystanie) części essencyonalnej, nie o dodatkowe urządzenia. Dla aparatu fotograficznego: soczewka.

Ogólna reguła: trudno robić zdanie opracować z stopnia dokładności dążyć się osiągnąć

(zaczynając obliczeniami teoretycznemi, teraz przyrządu) tożsamo

Przy dzisiejszych coraz wzrastających wymaganiach co do precyzyi, chodzi o jaknajwiększą dokładność (założeń)

Wydoskonalenie przyrządów (Lord Kelvin) tak ażeby (doprowadzić do możliwej), wogóle dąży się osiągnąć (przez odpowiednią konstrukcyę) (danymi środkami) granicy

Wymagania wzrastają kolosalnie

Precyzya ważenia wagi —

mikrowaga Ramsaya

Pompy Geisslera

Töpler

Gaede

Precyzya pomiarów długości m ± 1 μ (Benoit, Guye) jako fizyka doświadczalna, w pomiarach ± 0·2 μ

Granica widzialności mikroskopu - ultramikroskop

Analiza widmowa 30 lat temu uważano za dobre spektroskopy które rozdzielały linię D

Zeeman $\frac{1}{40}$ części

dzisiaj dalej

Ale najdalej posunięto wydoskonalenie przyrządów elektrycznych

Lord Kelvin elektrometer ilości elektryczności rzędu $\frac{1}{1000}$ (?)

Boltzmann, Hofmann 10^{-5}

Millikan pojedyńcze elektrony $4{\cdot}8 \cdot 10^{-10}$

Kilogramów balance

rzędu 10^{14}?

styczna galwanometr balist. Quad 3.10^{9}

Kamerlingh Onnes Helium skroplił (20l. Hg ... 200l. He) + 1·15 absol.

Berlin czystej wody (Nernst jak szklanka piwa!)

Ale wszystko tylko na wartość o ile myśl teoretycznie wyszkolona ożywia

Oczywiście tylko instytuty zaopatrzone ogromnymi środkami mogą współzawodniczyć

Niestety tą rzecz dobrze wiedząc że działa wykształcenie, automatycznie mają wpływ... — i starają się zapewnić że dreadnought

ale w dziedzinie współzawodnictwa myśli nie zależy się bezpieczniej, mimo że koszta są minimalne w porównaniu

Na nieszczęście ginie jeden tylko krok zrobiony naprzód, dodatki odosobnionych indywiduów, niezrozumianej przez Witkowskiego, gmach wspaniały, oby się napełnił

To tylko symptomy. Dziś w potrzebę w troje ale symptomy charakterystyczne zaczęło tempo potęgę dokąd nas zawiedzie? Powiedzenie Newtona

O metodach fizyki doświadczalnej.

Uroczysta to dla mnie chwila, kiedy po raz pierwszy staję na miejscu, z kąd niedawno jeszcze rozbrzmiewał głos przedwcześnie zgasłego, czcimego mistrza profesora Augusta Witkowskiego i kiedy tym sposobem dopełniam akt objęcia katedry, opromienionej sławą Wróblewskiego i Witkowskiego.

Niestety nie znałem nigdy Wróblewskiego i tylko z prac jego poznać mogłem jego potężny umysł i jego pełen inicyatywy charakter.

Miałem jednak szczęście poznać bliżej osobistość prof. Witkowskiego, tak samo jak i Panowie którzy byliście jego uczniami, My wszyscy zdobyliśmy [illegible] cenny skarb na całe życie — wszak sądzę że nic nie może piękniejszego w życiu poznawanie, jak obcowanie z ludźmi wielkimi i szlachetnymi.

A Witkowski był wybitnym przedstawicielem owego typu mężów nauki jak Faraday, Helmholtz, Regnault, Kirchhoff, Clausius, których Ostwald nazywa klasykami w przeciwstawieniu do romantyków. Nie rozpraszał swej działalności, nie olśniewał różnorodnością i błyskotliwością pomysłów, tylko lubił sobie obierać pewne ściśle określone zadania w ściśle ograniczonym zakresie i w rozwiązywaniu tych zadań dążył do prawdziwej doskonałości. Istotnie każdą pracę którą rozpoczął, wykończył z niezwykłą starannością i z każdej zrobił swego rodzaju klasyczne arcydzieło. Cudowne jego wykłady, okraszone rzadkim darem wymowy, przepiękne jego dzieło o Zasadach Fizyki, a przedewszystkiem jego doświadczalne prace naukowe, cechowane nie tylko pomysłowością ale też także niezwykłą starannością wykonania, są przykładami tego dążenia do doskonałości jakiej wyższej.

Jako taki umysł i charakter klasyczny Witkowski też pozostanie nam w pamięci, pozostanie przykładem do naśladowania. Zdolności jego naśladować nie można talenty są to dary szczęścia, przypadku; ale każdy może i powinien sobie wziąć przykład z jego niestrudzonej pracowitości i z jego głębokiego zamiłowania szczerej prawdy. Pod tym względem Witkowski pozostanie nam ideałem zawsze pierwszorzędnym męża nauki i sądzę że nie możemy wcale lepiej rozpocząć naszych wykładów, jak oddając hołd i cześć jego pamięci

2)

Z tej okazyi, rozpoczęcia wykładów, chciałbym też skorzystać, aby dokładniej [illegible] poruszyć pewne kwestye

a mianowicie chciałbym

ogólniejsze, rozpatrzeć ogólne metody fizyki doświadczalnej, zanim przejdziemy do omawiania specyalnych

zagadnień naszej nauki. ~~Wszak fizyka tylko wtedy jest godna nazwy filozofii przyrody, którą ją Newton~~

~~nazwał, i którą anglicy do dziś dnia~~ ~~Specyaliści podczas swych badań drobiazgowych często zapominają~~

także dla specyalistów poszczególnych ~~od~~ dziedzin jest i nawet

celem i metodą danej nauki

Wszak zastanawianie się nad tego rodzaju kwestyami ogólnemi jest

tak samo jak mąż stanu wśród mnóstwa interesów polityki bieżącej zapominać nie powinien o tem

żeby czasem odbyć

pewne dziś ~~[illegible]~~

które może nie jest zbyteczne ze względu na często nieporozumienia

Przedewszystkiem jedno tu muszę uczynić zastrzeżenie, ~~[illegible]~~ się odnoszące już do samego tytułu wykładów.

Mimo że ~~jestem~~ zostałem mianowanym profesorem fizyki doświadczalnej, przyznam się otwarcie, że nie

wiem co to jest fizyka doświadczal.

znam takiej nauki, albo raczej sądzę że taka nauka wcale nie istnieje, tak samo jak nie istnieje

fizyka teoretyczna jako osobna gałęź nauki.

Podział na fizykę doświadczalną i teoretyczną jest taksamo nielogiczny, jakgdyby kto muzykę

chciał dzielić na muzykę komponowaną i na muzykę wykonywaną. ~~[illegible]~~ Każdy utwór muzyczny

z drugiej strony

komponuje się na to aby został wykonany, a nie można wykonać utworu, który nie był wpierw komponowany.

(i dla tego też korzystać metodologia nie dzieli się pewno wydziale.)

Robienie

żadnej

Podobnie też tylko połączenie doświadczenia i teoryi jest fizyką. Doświadczenia bez myśli

byłoby

teoretycznych ~~jest~~ pustą zabawką; a teorye bez podstaw doświadczalnych i bez sprawdzenia

doświadczalnego są pustemi fantazyami.

Wymagają dla terminologii:

nie jest zatem najlepiej dobrana bo

przedmiotu

~~Wyrażenie~~ fizyka doświadczalna i teoretyczna nie znaczą zatem podziału ~~[illegible]~~ według ~~[illegible]~~

nauki, tylko określają różnicę – coprawda bardzo zasadniczą – w sposobie wykładania oraz

oznaczają różne stadya twórczej pracy naukowej w zakresie fizyki.

1

W zakresie studyów uniwersyteckich podział ten pochodzi z Niemiec, gdzie ~~[illegible]~~ w

wyrobiło się pewne pierwszeństwo

~~[illegible]~~

skrajnie

połowie ubiegłego wieku ~~[illegible]~~ skutek rywalizacyi doświadczalnej szkoły fizyki H.[2] Magnusa w

matematyczno-

Berlinie a teoretycznej szkoły F. Neumanna w Królewcu.

~~[illegible]~~

Dzisiaj taki przyjął się zwyczaj, że wstępne wykłady fizyki łączy się zazwyczaj z demonstracyami

doświadczalnemi czyli pokazami. Jest to istotnie rzeczą konieczną w naszych stosunkach, gdzie

strona doświadczalna nauki fizyki w szkołach średnich jest zawsze jeszcze tak niesłychanie

Znaczna część naszych szkół uczy tylko czytać o zjawiskach przyrody. Zaręczało mnie niektórzy studenci, że pierwszy raz

zaniedbano. Chodzi przedewszystkiem o to żeby nauczyć się patrzeć, obserwować, żeby zapoznać się

zatem

dopiero na uniwersytecie widzieli iskrę elektryczną! To jest zapewne wypadek wyjątkowy; ale niestety takich szkół gdzieby pozwolił jedynie

naocznie ze zjawiskami fizycznemi. Dopiero gdy żywego obrazu wyobraźnia się przyczepi do, może się na niej opierać argumentacya logiczno-matematyczna. Wyższe, specyalne kursa uniwersyteckie np. fizyka teoretyczna są właśnie dla tych obliczone, którzy już ze zjawiskami się zaznajomili dostatecznie obeznali, i dlatego też zwykle się odbywają bez pokazów doświadczalnych.

Jakkolwiek pouczające i potrzebne są tego rodzaju pokazy doświadczalne — jakie bywają wykonywane na tym kursie, jakich dawniej nie wykonuję — przecież wyraźnie dowolnym ostrzec przed mniemaniem, jakoby takie doświadczenia demonstracyjne były istotą pracy doświadczalnej we fizyce; one są tylko nadzwyczajnie pożyteczną ilustracyą nauki właściwej.

Co to jest wojna, poznać można tylko podczas prawdziwej bitwy, a nie z rewii i manewrów. Tak też znaczenia pracy doświadczalnej nie nauczymy się nigdy, przypatrując się pokazom fizycznym, tylko wykonując samodzielnie doświadczenia i pracując w pracowni fizycznej. Tam też tylko wykonać się dają te doświadczenia które tworzą właściwy trzon fizyki jako nauki ścisłej — to jest pomiary.

I nie tylko do nauki uniwersyteckiej, ale tak samo do szkoły średniej odnosi się zasada, którą wyraził dobitnymi angielski fizyk Faraday słowami: znaczenia eksperymentu nigdy zupełnie nie zrozumiem, dopóki go sam nie wykonam.

Praca laboratoryjna daje nam właściwe podstawy doświadczalne fizyki i doświadczenia naukowe tam wykonywane, a nie doświadczenia wykładowe są właściwym przedmiotem, które będą rozstrzygać dalszej zamierzonem.
Nie będziemy się kusić o definicyę doświ. i ob. [?]

W pojęciu doświadczenia, eksperymentu, leży pewien odcień, nadający mu wyższość ponad bierną obserwacyą. Eksperyment polega na tem, że pewne zjawisko fizyczne albo chemiczne dowolnie wywołujemy, i tym sposobem umożliwiamy dowolnie częste wykonanie ścisłej obserwacyi. Astronom nie może wykonywać doświadczeń, on musi się ograniczyć do biernej obserwacyi zjawisk samodzielnie zachodzących na niebie, musi czekać aż się zdarzy zaćmienie słońca, aż przyleci jakaś kometa w nasz system planetarny. Prawie to samo się stosuje do geologii, a także nauki biologiczne jak zoologia, botanika w znacznej mierze ograniczają się do biernej obserwacyi zjawisk życiowych, tylko właściwie medycyna ma charakter nauki na wskroś eksperymentalnej — co prawda że tam chodzi o eksperymenty wszystkie ryzykowne, a przy tem niestety mało nadające się do ścisłej analizy.

[illegible] sposób uczenia za pomocą ćwiczeń laboratoryjnych wykonanych przez uczniów samych, u nas prawie jeszcze nie ma.
Gorący zwracam appel przy tej okazyi do tych z Panów którzy kiedyś się poświęcą zawodowi nauczycielskiemu żeby całą siłą dążyli do reformy tych stosunków.

(Znaczenie doświadczeń)

Nadzwyczaj trafnie objaśnia ~~[illegible]~~ powiedzenie Leonarda da Vinci, że: „doświadczenie, to jest pytanie, przez człowieka zadane przyrodzie."

(Wbrew Göthemu) Fizyk nie czeka, aż przyroda (do niego) sama przemówi ~~zacznie mówić~~, ~~[illegible]~~ on stawia pytanie i zmusza przyrodę do odpowiedzi. Cała sztuka polega tylko na tem, żeby pytanie stawiać ~~umiejętnie~~ jasno, umiejętnie, aby wymusić odpowiedź niedwuznaczną, jednym słowem: aby pytać się przyrody tak jak prokurator przy rozprawie sądowej!

Fizyk musi zatem ~~[illegible]~~ postępować <u>celowo</u>, musi wiedzieć o co się pytać, (a zarazem) ~~[illegible]~~ też zrozumieć odpowiedzi. Eksperymentowanie bez jasno wytkniętego planu jest zabawką mało przynoszącą korzyści. Chłopiec, któremu rodzice sprawiają (do zabawy) maszynę elektryczną, maszynę parową, itd., może zostać zapalonym uczonym w fizyce i nie powiem, żeby ta zabawa była ~~[illegible]~~ bez pożytku, bo przecież nieco się ~~[illegible]~~ przyczynia do oswojenia się z zjawiskami fizycznemi, ale korzyść jest znikoma w porównaniu z tem, coby rzeczy celowo pomyślane dać mogło.

Zdarza się to prawda także w fizyce, że niespodziewany „przypadek" naprowadzi eksperymentatora na jakieś ważne odkrycie, którego nigdy nie szukał, ale wbrew błędnemu mniemaniu laików jest to zdarzeniem całkiem wyjątkowem. Jako tego rodzaju charakterystyczne wypadki w historyi fizyki wymienię: (Galvaniego (1789) odkrycie prądów galwanicznych przy (i ich wytworzenia z elektryki zwierzęcej (żaby)) (wielka fundamentalnych odkryć w zakresie nauki elektryczności))
~~[illegible]~~ Oersteda odkrycie działania prądów elektrycznych na igłę magnetyczną (1820)
Seebecka odkrycie zjawisk termoelektryczności. (1821)
Z nowszych czasów tylko jedno całkiem przypadkowe odkrycie potrafię przytoczyć: odkrycie promieni Röntgena. (1895) (Odkrycia takie, w których ~~[illegible]~~) Zasługą odkrywcy jest ~~[illegible]~~ spostrzeżenie zjawiska i zauważenie jego niezwykłości; są nadzwyczajnie ważnemi (faktami) ~~[illegible]~~ w historyi wiedzy, bo otwierają właśnie dziedziny całkiem nowe, ale jak wspomniałem (zdarzają się niestety nadzwyczajnie) ~~[illegible]~~ rzadko.

(Normalną) Regularną metodą postępu jest metoda celowej systematycznej pracy doświadczalnej.

Każdego wyłaniają się wobec tego: Jaki cel wytknąć, jaki plan doświadczenia obmyśleć? Łączy się z ogólnym podziałem metod badania naukowego na ~~metodę indukcyjną~~ indukcyjną i dedukcyjną.

~~[illegible]~~ Indukcyę uważa się od czasów Bacona tj. od 16 wieku za charakterystyczną metodę (rozumowania) nauk przyrodniczych, ~~[illegible]~~ podczas gdy dedukcya ~~[illegible]~~ panuje zawsze wyłącznie w matematyce. (Przez) Indukcyę ~~[illegible]~~ (rozumiemy) jak wiadomo, systematyczne nazbieranie materyału, uporządkowanie tego materyału i wyciąganie (ogólnych wniosków) na ~~[illegible]~~ podstawie tego (materyału).

(tj. zanotowanie wielkiej liczby szczegółowych ~~wypadków~~ faktów)

a nie na podstawie pewnych z góry powziętych myśli. Tak postępuje zoolog, botanik, geolog itd. 135

~~[illegible]~~, podczas gdy w matematyce ~~[illegible]~~ panuje metoda wręcz przeciwna: dedukcya specyalnych rezultatów na podstawie ogólniejszych podstawowych ~~ogólnych z góry znanych~~ prawideł.

Także w fizyce ~~[illegible]~~ metoda indukcyjna znajduje szerokie zastosowanie i niektórzy w niej upatrują właściwą metodę pracy doświadczalnej. Przedewszystkiem ~~[illegible]~~ stosować ją w dziedzinach ~~[illegible]~~ takich, w których nie mamy jeszcze żadnego prawidła teoretycznego; ~~[illegible]~~ dla tego też ~~[illegible]~~ (często w historyi fizyki takie) miały charakter badania fundamentalne, otwierające pewne nowe dziedziny. Jest to jednak metoda niedowyrażnie ~~mozolna~~ i powoli wiodąca do celu przez ~~[illegible]~~ stopniowe poprawianie, ulepszanie, uogólnianie.

Jeszcze stosunkowo prosta rzecz się przedstawia gdy chodzi o ~~[illegible]~~ zbadanie wzajemnej zależności dwóch tylko wielkości. Tak np. Ptolomeusz (70–147) znał już zjawisko załamania się światła i wiedział że kąt upadania promienia ~~[illegible]~~ jest większy od kąta załamania, gdy światło przechodzi z powietrza do wody. Robił doświadczenia i podawał tablice odnoszące się do kątów α, β ale dopiero [illegible]. Że z tych doświadczeń wnioskował że stosunek $\frac{\alpha}{\beta}$ ~~jest stały~~. Tak samo potem i następcy [illegible] (Alhazen, Kepler itd.)

~~To było prawo błędne, albo raczej niedokładne~~. Ścisłe prawo znalazł dopiero Snellius (1620) mianowicie znane prawo załamania $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$, a z czasem dopiero poznał Newton że to prawo wymaga jeszcze pewnego uzupełnienia ~~[illegible]~~ przez uwagę, że współczynnik załamania n jest różny dla różnych barw światła, czyli że występuje dyspersya, rozszczepienie światła, ~~[illegible]~~ zjawisko które odtąd przez długi czas przedmiotem badania indukcyjnego, a ostatecznie dopiero przez teoryę elektronową do pewnego stopnia wyjaśnione zostało.

Jako inne przykłady: prawo Wiedemann-Franz, Dulong-Petit, Stefan

Bez porównania zawilsze i ~~[illegible]~~ mozolniejsze są takie badania, gdy chodzi o zależność jednej wielkości od ~~[illegible]~~ większej liczby czynników, ~~[illegible]~~ równie miarodajnych.

Jako klasyczny ~~przykład~~ wymienię ~~[illegible]~~ badania Regnaulta nad równaniem stanu gazów, w których chodziło o zbadanie zależności objętości gazu od dwóch wielkości: ciśnienia i temperatury gazu, lub analogiczne badania Witkowskiego, lub np. badania Konowałowa nad ciśnieniem pary nasyconej mieszanin cieczy, w zależności od składu mieszaniny i temperatury.

Fizyk musi we wszystkich tych razach ~~[illegible]~~ postępować metodycznie, zbadać systematycznie wpływ każdego czynnika dla każdej kombinacyi wszystkich innych czynników — i to oczywiście ogromnie sprawę komplikuje. ~~[illegible]~~ Surowy rezultat pomiarów przedstawia wtedy albo w formie tablic, albo sposobem graficznym, za pomocą krzywych, a w wypadkach więcej zawiłych z wielką korzyścią może się posługiwać nową postacią geometryi t.zw. nomografią, (wypracowaną przez Pana D'Ocagne).

To jednak nie wystarczy; nam chodzi o wyprowadzenie ogólnego wniosku z tego materyału zawsze, o znalezienie wzoru matematycznego [ogólnej formułki] sformułowanie ogólnego prawidła [to jest zasady] któryby cały ten materyał objął. Tu występują teraz nowe trudności, natury teoretycznej, bo z jednej strony dążymy do wzorów matematycznych elementarnie prostych, a z drugiej strony pragniemy, żeby one się jak najdokładniej zgadzały z faktycznemi [pomiarami]. [Czem zawilszy wzór, tem łatwiej go ustawicznie dostosować do danych obserwacyj. ale obserwacye mogą zawierać zawsze pewne błędy przypadkowe, zakrywające prostotę prawidła w nich.] Jakiż znaleźć najprostszy wzór matematyczny?

Jakie odchylenia obserwacyi od wzoru uważać jeszcze jako możliwe błędy?

To są kwestye, na które nie podobna dać ogólnej odpowiedzi — ~~tu jest~~ [tu otwiera się] pole dla pomysłowości i dla ~~[illegible]~~ pewnego poczucia taktu badacza. ~~Trafnie~~

Nieco paradoksalnie, ale swoją drogą trafnie zauważono, że zbytnia dokładność obserwacyi może nawet utrudniać zadanie, gdyż zostanie prawidłowość grubsza, wskutek ~~[illegible]~~ nałożenia na nią szczegółów drugorzędnych. Wiadomo np. że Kepler swe słynne trzy prawa, opisujące w tak prosty sposób ruch planet koło słońca, wyprowadził z [swoich] materyału obserwacyjnego dostarczonego przez duńskiego astronoma Tycho de Brahe. Otóż obserwacye tegoż ostatniego były właśnie dosyć dokładne, by dać poznać eliptyczność torów planetowych, by wydostać ich różnice od torów ściśle kołowych, a były zbyt niedokładne, by wydostać drobne zboczenia pochodzące — jak dziś wiemy — od perturbacyi [wzajemnych oddziaływań] planet.

Gdyby ~~[illegible]~~ [dokładność owego] materyału obserwacyjnego była ~~dokładniejszą~~ [zbyt duża] (a tak samo gdyby była zbyt ~~niedokładna~~ [mała]) nigdy by Kepler nie [był] przyrównał torów planetowych do elips, nie byłby wykrył swego prawa pierwszego; wskutek tego Newton nie byłby znalazł swego prawa ogólnej grawitacyi, ~~także~~ które wyprowadził z praw Keplera; które tak ściśle się splotło z historyą zasad mechaniki — ~~[illegible]~~ i kto wie, na jak prymitywnym stanie by cała dzisiejsza nasza fizyka jeszcze była pozostała!

Dziś jednak łączą się [ogólne] uwagi z tym ~~[illegible]~~ specyalnym przykładem.

Po pierwsze możnaby się spytać: Czemu badacz szuka prawa elementarnie prostego? Z kąd [Newton $\frac{1}{r^{2+0.005}}$] pochodzi ta ufność, że podstawowe prawa przyrody muszą być proste? Jest to niewątpliwie jedno z najstarszych i najtrudniejszych zagadnień całej filozofii przyrody. Niektórzy fizycy, zwłaszcza zwolennicy Kirchhoffa, Macha, Pearsona zapewne odpowiedzą: dlatego szukamy prawideł najprostszych, bo tylko takie nam są użyteczne w nauce, tylko prawidła proste ułatwiają nam ekonomię myślenia; ~~Z~~ nauka złożona z prawideł zawiłych byłaby niepraktyczna, straciłaby dla nas swą wartość. W takim poglądzie „nominalistycznym” ~~który prawidłowości przyrody uważa nie za coś objektywnego, tylko za utwór naszego umysłu~~ tkwi niewątpliwie ziarno prawdy, ale sądzę, że nie jest to tłomaczeniem wystarczającem.

Tłumaczy to, czemu szukamy prostoty w zasadniczych prawach przyrody, ale nie wyjaśnia jeszcze dlaczego ją znajdujemy. Dlaczego np. w naukach biologicznych nie udaje się znalezienie prawideł o podobnej prostocie? Otóż zdaje mi się, że istnieją też pewne objektywne powody prostoty zasadniczych praw przyrody; i że tkwią one w pewnych właściwościach matematyczno geometrycznych.

Tak np. prostota praw zasadniczych sprężystości, prawa Ohma w elektryczności, praw Fouriera w przewodnictwie cieplnym itd. tkwi w tem co matematyk nazywa rozwinięciem funkcyi w szereg Taylora. A wykładnik 2 w prawie Newtona ($\frac{1}{r^2}$), powtarzający się wielokrotnie w najróżniejszych działach fizyki (np. żeby wspomnieć dwóch tylko: prawie Coulomba w elektrostatyce), jest może w związku z równie prostą właściwością naszej przestrzeni, która powoduje właśnie trzy wymiary, nie zaś 3·5 albo 3·001. Ale może tu już zadaleko odbiegamy od naszego właściwego tematu.

Zauważyć atoli trzeba jednak jeszcze, że Kepler prawa swoje (nie znalazł postępując sposobem czysto indukcyjnej empirycznej kalkulacyi, tylko na podstawie pewnych bardzo fantastycznych i zgoła nieuzasadnionych teoryi. Różne fantastyczne spekulacye (jak porównywanie torów planet z wielościanami umiarowymi) zawiodły go; jedna próba się udała i wydała jako owoc trzy prawa. W ogóle już w ujęciu surowego materyału doświadczalnego w ogólne wzory ujawnia się robota spekulacyi; tu już teoretyczne poglądy, choćby chwiejne i niepewne, ogromnie mogą oddać usług.

Często też zdarza się podział pracy na tym właśnie punkcie: jeden badacz, mający tylko pociąg do eksperymentowania, zbiera systematycznie surowy materyał doświadczalny. Inny badacz, teoretyk, analizuje te wyniki i z nich wyprowadza ogólne wnioski. Widzimy zatem, że interpretacya zdobytych surowych wyników doświadczalnych już czysto wchodzi w zakres działania teoryi.

Jeszcze bezpośredniejszy, większy jest udział teoryi w badaniu fizycznem przy pracach drugiego rodzaju, do których obecnie przechodzimy, postępujących metodą dedukcyjną. Śmiem twierdzić, że tego rodzaju prace są właśnie najbardziej charakterystyczne dla fizyki i że to jest najowocniejszą metodą badania fizycznego. Sposób jest dobrze znany: u samych podstaw badania naszego pojawiają się myśli teoretyczne, robimy hypotezę podstawową — oczywiście nie wyssaną z palca, tylko nasuniętą pewnymi analogiami itp. — i z tąd wyprowadzamy specyalne wnioski, nadające się do kontroli eksperymentalnej, a z wyników wnosimy na odwrót o prawdziwości założenia podstawowego. Przykładów tego rodzaju dostarcza nam historya fizyki bez miary.

Jako klasyczny przykład przytoczę teoryę elektromagnetyczną światła. Maxwell wychodząc ze spekulacyi zupełnie hypotetycznych, postępując się nawet świadomie trochę

fantastycznych obrazów mechanicznych doszedł dedukcyjnie do ogólnych równań pola elektromagnetycznego, z których wyciągnął wniosek, że siły elektromagnetyczne rozchodzić się muszą w przestrzeni z prędkością światła, wytwarzając zjawiska analogiczne do zjawisk falowania. Wówczas były to przypuszczenia nadzwyczaj śmiałe i pełne fantazyi poetyckiej. Dopiero po śmierci Maxwella Hertz wykrył doświadczalnie istnienie tych fal elektrycznych; i owe badania nie tylko potwierdziły prawdziwość równań pola elektromagnetycznego, podanych hipotetycznie przez Maxwella, ale zarazem sprawdziły też Maxwella przypuszczenie (że światło polega również na takich falach elektromagnetycznych. Co więcej, przed kilkunastu laty doczekał należytego sprawdzenia doświadczalnego dalszy wniosek, także wówczas już przez Maxwella teoretycznem rozumowaniem wysunięty, że światło upadające na ciała musi na nie wywierać pewne ciśnienie; zjawisko nadzwyczajnie subtelne, ale o niezmiernem znaczeniu w teoryi promieniowania.

W tego rodzaju badaniach myśl teoretyczna poprzedza zatem badanie doświadczalne, ona zakreśla cel i sposób przeprowadzenia doświadczenia i w ten sposób bywa uwieńczona korzyścią. A nawet jeśli doświadczenia do wyników ujemnych wiodą, i to będzie wynikiem ważnym i cennym, że z góry wiemy jak pytanie należycie sformułować.

Różnica zasadnicza takich badań doświadczalnych opartych na przesłankach teoretycznych w porównaniu z dedukcyjnem rozumowaniem w matematyce polega oczywiście na tem, że w matematyce owe podstawowe założenia, z których wychodzimy, są z góry dane jako tezy pewne, oczywiste, a w fizyce przeciwnie zasadnicze prawa są tą razą hipotetyczne, stwierdzamy zaś konkluzye ostateczne i tak na odwrót wnioskujemy o podstawach.

Można by badanie fizyczne porównać z błąkaniem się wędrowca w nieznanym zupełnie pierwoborze. Nie mając żadnego sposobu orientacyi z widocznością przyjmie przewodnictwo napotkanego strumyka. Dokąd go zaprowadzi, czy do celu żądanego, tego nie wie — ale przynajmniej to wie pewno, że idąc za nim gdzieś dojdzie, że nie będzie się wiecznie kręcić w kółko.

Tej metodzie dedukcyjno-empirycznej niewątpliwie zawdzięczamy największe tryumfy we fizyce i czem dalej nauka postępuje, tem przezorniejsze stają się spekulacye teoretyczne, tem śmielej i bezpieczniej można tą drogą postępować. Zwłaszcza teorya atomistyczna i teorya elektronowa okazały się przewodnikami jak dotychczas nieomylnymi, którym w szczególności fizyka i chemia zawdzięczają swój doniosły rozkwit, a ostatnich czasów w zadziwiający sposób zaczyna z nimi współzawodniczyć tzw. teorya kwantów.
Do jakiej śmiałości też dochodzą spekulacye dzisiejsze, przykłady: Rutherford He z Ra, Ramsay, Curie Dewar.

Angielski fizyk Schuster powiada: „Doświadczenia przeprowadzane sposobem, jaki niektórzy uważają za jedynie naukowy, tj. gdy badacz bez jakiejkolwiek teoryi lub z góry powziętych pojęć usiłuje klasyfikować fakty poznane, rzadko dają wyniki wartościowe. Postęp zaznaczał się zawsze z chwilą, gdy do przedmiotu się zabrano z pewnym określonym celem, albo idąc za jakąś teoryą, choćby najprymitywniejszą, którą wypadało sprawdzić, albo też mając na oku jakiś związek liczbowy, który bliżej zbadać należało."

Podkreślam to wszystko aby zaznaczyć wśród wysiłków twórczego dla fizyka, nawet jeśli: [illegible]

Całe niebezpieczeństwo przy badaniach tego rodzaju polega tylko na tem, że myśl z góry powzięta łatwo może zamącić objektywność sądu: Fatalny jest taki badacz — zdarzają się niestety nadto — który zawsze tylko to widzi, czego pragnie! Jako praca doświadczalna, polegająca na sprawdzaniu przypuszczeń teoretycznych, wymaga zatem największego stopnia samokrytyki i zamiłowania do objektywnej prawdy.

W klasycznej fizyce oprócz tych dwóch typowych metod badania, ~~które dotychczas~~ indukcyjnej i dedukcyjnej (ze sprawdzeniem a posteriori) napotykamy też często przykłady, gdzie obie się splatają ze sobą w dziwny sposób. Przykładem tego jest np. odkrycie radu i polonu przez Państwo Curie. Kilka tylko słów dorzucić chciałbym jeszcze o jednym tego rodzaju przykładzie: o zasadach termodynamiki.

W roku 1775 Akademia Paryska ogłosiła uchwałę, że odtąd nie będzie przyjmować żadnych projektów skonstruowania perpetuum mobile, uznając z góry wszelkie takie usiłowania za niewykonalne. Jakie miała ku temu powody? Jedynie ten argument, że mimo licznych usiłowań nikomu do owego czasu się nie udało skonstruowanie takiego perpetuum mobile. Jest to wspaniały przykład indukcji ogólnego prawa z empirycznych faktów, ale postępowanie Akademii wówczas było naprawdę ryzykowne. Jakżeż głupio by się ośmieszyła, gdyby wówczas była zadekretowała, że nigdy nie uda się nikomu skonstruowanie maszyny do latania w dowolnym kierunku w powietrzu — wszak to również wówczas był problem nie rozwiązany.

Jednak dziwnym trafem akademicy paryscy mieli słuszne przeczucie. Zasada niemożliwości perpetuum mobile z czasem w fizyce przybrała z jednej strony formę zasady zachowania energii, z drugiej strony formę zasady entropii, i na tych dwóch zasadach oparł się cały wielki dział fizyki: termodynamika. Czy to wszystko zatem spoczywa tylko na fakcie, że dotychczas nie skonstruowano żadnego perpetuum mobile? To byłby argument bardzo słaby; wiarę w termodynamikę czerpiemy dzisiaj z tego, że całe olbrzymie masy wniosków wynikających, które z owych zasad wyprowadzono, się sprawdzają doświadczalnie. Jest to zatem równie dobry przykład drugiego sposobu badania dedukcyjnego, jak i pierwszego indukcyjnego.

Miałem po części zamiar pomówić jeszcze nieco obszerniej o samej technice laboratoryjnej, o sposobach wykonywania pomiarów. Ale czas mi na to nie pozwala, zresztą ~~trudno o tem wspominać bez pomocy do~~ przedmiot ten może już lepiej nadaje się do laboratorium niż do sali wykładowej. Zwrócę tylko uwagę Panów na różnice w tym względzie się ujawniające u różnych badaczy, według ich upodobań — i środków rozporządzalnych.

Słynne było kiedyś laboratoryum Quinckego w Heidelbergu z tego że tam niemal wszystko skonstruowano własnym przemysłem z pudełek od cygar, rurek szklanych i laku. To jest oczywiście przesadnia zasada, choć z drugiej strony niezłychanie cenną jest umiejętność radzenia sobie samemu, prostymi środkami, którą w największym stopniu posiadają Anglicy.

Przepych i bogactwo laboratoryów amerykańskich, niektórych niemieckich i rosyjskich często bynajmniej nie idzie w parze z doniosłością badań tam wykonanych. Wszak i to prawdą jest, że ważniejsza jest umiejętność skrzypka niż jakość skrzypiec, choć naturalnie i ta ostatnia bynajmniej nie jest obojętna. [Przepych laboratoryów nie jest zbyteczny] Chodzi jednak o to żeby essencyonalne części przyrządów były najlepszej jakości, nie zaś dodatkowe szczegóły. Wszak wiadomo że tak samo dla jakości obrazu fotograficznego miarodajną jest przedewszystkiem soczewka, a różne, często skomplikowane i kosztowne ulepszenia szczegóły aparatu fotograficznego mogą się przyczyniać do wygody fotografa ale nie mają znaczenia zasadniczego.

Wymagania co do precyzyi właściwych przyrządów mierniczych, na których ostatecznie cała dokładność wyników pracy polega, wzrastają oczywiście ustawicznie i dzisiaj z politowaniem patrzymy na przyrządy używane kilkadziesiąt lat temu.

Może dla charakterystyki przytoczę choć kilka dat ilustrujących precyzyę dzisiejszych pomiarów. Do pomiarów najdokładniejszych dochodzi się wykonać należy ważenie. Tak przy porównaniu kilka lat temu prototypu kilograma austryackiego № 14 z paryskim oryginalnym etalonem znaleziono różnicę $-0{\cdot}013 \pm 0{\cdot}002$ mg, to znaczy, że precyzya pomiaru wynosiła $0{\cdot}002$ mg na 1 kg, to jest $2 . 10^{-9}$ części wielkości mierzonej.

Granicę czułości dającej się osiągnąć w ważeniach dzisiejszych reprezentuje nam mikrowaga Ramsaya, służąca tylko do mierzenia ciężarów mniejszych niż $0{\cdot}03$ mg, a w tem dająca dokładność $\pm 0{\cdot}000\,003$ mg! To jest waga za pomocą której Ramsay oznaczył gęstość i ciężar atomowy emanacyi radowej.

Najszybciej postępuje jednak wydoskonalenie przyrządów elektrycznych; dawne przyrządy Lorda Kelvina jego elektrometry i galwanometry, które jeszcze 30 lat temu były podziwiane jako non plus ultra czułości i precyzyi, dzisiaj są już zupełnie przestarzałe. Wiadomo zresztą, że w zakresie elektryczności tak czułe metody mierzenia się dają skonstruować że można mierzyć ładunki pojedyńczych elektronów (Millikan, Joffe etc.)

Jaskrawy przykład konieczności wyposażenia materyalnego dała historya skroplenia helu; próby skroplenia w pracowni prof. Olszewskiego, który jak wiadomo na tem polu należy do pierwszych pionierów postępu, zostały

udaremnione brakiem środków dostatecznych. Udało się więc dopiero (1908) Kammerlingh Onnesowi w słynnem laboratoryum fizykalnem w Leyden, dzięki temu, że mógł sobie stworzyć 20 litrów ciekłego wodoru i że posiadał zapas 200 litrów helu! Obecnie dzięki ~~tym~~ swym wielkim urządzeniom technicznym w Leyden

~~[illegible]~~ fizycy doszli do temperatury − 271·75° tylko o 1·15 oddalonej od bezwzględnego zera. A jakie nowe perspektywy (otworzyły badania właściwości w owych temperaturach) ~~[illegible]~~, jakie zupełnie nie oczekiwane rezultaty (wydają) nasuwają, o tem dowiemy głównie w bieżącej literaturze naukowej. Co prawda że prof. Nernst w Berlinie, referujący (niedawno) o pracach w owych niskich temperaturach w swojem laboratoryum wykonanych, ~~[illegible]~~ wytłumaczył że otrzymanie litra wodoru skroplonego dla niego jest rzeczą równie łatwą jak dostanie kufla piwa z restauracyi.

Rozumie się że tylko instytuty wyposażone ogromnymi środkami mogą ~~[illegible]~~ współzawodniczyć, ~~[illegible]~~ i tylko one mogą skutecznie brać udział w postępie umiejętności, w tak zawrotnym wraz szybkiem tempie się odbywającym na całem obszarze fizyki. Niestety rządy europejskie wszędzie poświęcają środki wystarczające mogą co do armat wielkostrzelnych i dreadnoughtów, ale nie co do instytutów naukowych.

~~[illegible]~~ Na szczęście i my jeden wielki krok zrobiliśmy naprzód pod tym względem, dzięki niestrudzonej inicyatywie, niezmordowanej pracy prof. Witkowskiego ~~[illegible]~~ Kiedykolwiek wstępujemy w mury tego instytutu, myśl nasza zwraca się znów ku jego ~~[illegible]~~ założycielowi. Odczuwamy głęboką wdzięczność a równocześnie także czujemy zobowiązanie na nas spoczywające. Gmach jest wspaniały, oby się okazał wspaniałym źródłem pracy twórczej, ~~[illegible]~~ oby się zaznaczył ~~[illegible]~~ potężnie w postępie naszej nauki ku nieznanym jeszcze horyzontom.

141a

32). Osada I

33). Głuchowska I

34). Język I

B 35). Piotrowicz I

36). Stock I

37). Kurbas I

38). Kostrzewski

39). Przyjemski I

40). Koestlich II

41). Rynkiewicz I

42). Koller I

43). Kordasiewicz II

44). Krotki I

45). ~~[illegible] III~~

46). Butkowski I

...in de.
...ment etc., Paris
Strahlung u. d. Quanten, Leipzig
Die Atome, Leipzig 1914; M. v. Smoluchow...
Zeitschr. 13, 1060, 1912.

142

Fragmenty z odczytów dla T.N.S.W.

Wielkanoc 1914

Czy to było drukowane
w „Muzeum"
lub w „Kosmosie" ?

schicken. Der eigentliche innere Mechanismus derselben ist zweifellos äußerst kompliziert, viel komplizierter als unsere mathematische Formelsprache es ausdrücken kann, aber einem eigentümlichen und für diese Untersuchungen sehr vorteilhaften Umstand haben wir es zu verdanken, daß diese Komplikationen und überhaupt die Einzelheiten der Teilchenbewegung auf die Gestalt der ~~betreffenden~~ Endformel ohne irgendwelchen Einfluß sind. Diese Formel, welche die Wahrscheinlichkeit angibt, daß ein von der Abszisse x_0 anfänglich ausgehendes Teilchen zur Zeit t in den Abzissenbereich $x \cdot\cdot x + dx$ gelangt sei:

$$W(x)dx = \frac{1}{2\sqrt{kdt}} e^{\frac{-(x-x_0)^2}{4Dt}} dx \qquad (1)$$

gilt dabei nicht nur für Kolloid-Teilchen, welche in einer Flüssigkeit enthalten sind, sondern ebenso auch für irgendein Molekül eines gasförmigen oder flüssigen Mediums, vorausgesetzt, daß sie für Zeiten oberhalb einer gewissen unteren Grenze der Größenordnung angewendet wird (nämlich solche die erheblich länger sind als die durchschnittliche Zeitdauer der annähernd geradlinigen Bewegung des Moleküls, bzw. Teilchens).

Man kann diese Formel beispielsweise aus der Annahme ableiten, daß die Bewegung des Teilchens fortwährend mit konstanter Geschwindigkeit C vor sich gehe, aber jedesmal nach Zurücklegung einer geradlinigen Wegstrecke λ eine plötzliche Richtungsänderung erleide, so daß das Teilchen in einem jeden solchen Punkte, unabhängig von der vorhergehenden Richtung, mit gleicher Wahrscheinlichkeit irgend eine Richtung des Raumes einschlage. Wie sich nämlich nachweisen läßt[1] beträgt in diesem Falle die Wahrscheinlichkeit für Erreichung einer Abszisse $x \; x + dx$ nach Zurücklegung der n ten Wegstrecke:

$$W_n(x)dx = \frac{dx}{\pi}\int_0^\infty \left(\frac{\sin q\lambda}{q\lambda}\right)^n \cos q(x - \alpha)\,dq$$

was für große Zahlen n übergeht in:

$$W_n(x)dx = \sqrt{\frac{3}{2n\lambda^2\pi}}\, e^{-\frac{3}{n\lambda^2}(x-x_0)^2}.$$

Berücksichtigt man, daß $n = \frac{Ct}{\lambda}$ ist, so gibt dies die Formel (1) wenn der Koeffizient $\frac{C\lambda}{6}$ mit D bezeichnet wird.

In der Gastheorie sind wir seit Clausius gewohnt, auch die Verschiedenheiten in der Länge der geradlinigen Wegstücke in Rechnung zu ziehen, indem wir für die Wahrscheinlichkeit einer geradlinigen freien Wegstrecke r das Verteilungsgesetz annehmen:

$$W(r)\,dr = \frac{e^{-r/\lambda}}{\lambda}\,dr$$

wo λ die sog. mittlere freie Weglänge ist.

---

1) Lord Rayleigh, Phil. Mag. 10, 73, 1880; M. v. Smoluchowski, Bull. Acad. Cracovie 1906, S. 203. In ähnlicher Weise läßt sich das einst (Nature 1905) von K. Pearson aufgeworfene zweidimensionale Problem des Irrwanderers („random walk") behandeln.

(Szkic dwóch odczytów na Kursie uzupełn. dla profesorów szkół średnich
Wielkanoc 1914) 142a

W dwóch [pierwszych] wykładach – dzisiejszym i jutrzejszym – zamierzam przedstawić Panom w krótkości treść [nowszych] niektórych badań z dziedziny teorji elektronowej, ~~[illegible]~~ które po części już należą do rzeczy powszechnie znanych, po części zaś stanowią zdobycze ostatnich kilku lat ~~[illegible]~~ A przyznam się [Panom] otwarcie dla czego też właśnie temat obrałem: po [pierwsze] ~~[illegible]~~ z powodu ważności – gdyż niewątpliwie [powstanie teorji elektronowej i] ~~[illegible]~~ poznanie zjawisk elektronowych ~~[illegible]~~ (wraz z promieniotwórczością) jest najważniejszem zdarzeniem w historji ~~[illegible]~~ fizyki ostatnich kilkudziesięciu lat – po drugie ze względów poniekąd ubocznych, gdyż przedmiot ten nadaje się [wyjątkowo] do połączenia rozważań teoretycznych z demonstrowaniem doświadczeń. Przypuszczam że niektórych z Panów zajmą te doświadczenia, innych znów, fachowych fizyków, którzy doświadczenia te już dobrze znają, mogą zainteresować niektóre teoretyczne szczegóły nowszych badań. Wreszcie chciałbym zwrócić uwagę Panów [też] na inną stronę tego przedmiotu – ~~[illegible]~~ o pedagogicznym znaczeniu, gdyż historja rozwoju [jego] teorji elektronowej ilustruje doskonale pewne charakterystyczne cechy badań naukowych.

Często słyszy się podnoszone hasło, że nauczanie powinno względnie postępować drogą rozwoju historycznego gdyż jest to droga naturalna i dla tego też dla umysłu dziecka najłatwiej przystępna. Nie zaprzeczam bynajmniej ważności historji nauki; jako środka służącego do zainteresowania przedmiotem i jako ~~[illegible]~~ nauki o wartości samoistnej – ale [illegible] jakże często uczeni przebłąkali się przez ~~[illegible]~~ las trudności ku prawdzie, [jakże często] krążyli w kółko po omacku, po krętych ścieżkach – nie widząc [illegible] szerokiej królewskiej drogi, która zaś dzisiaj wiedzie prosto do celu. Czy i wtedy mamy ich naśladować przy nauczaniu?

Tak np. ogromne, zasadnicze znaczenie tzw. ruchów Browna, wykonywanych przez mikroskopijnie małe cząstki dla atomistyki, dla całej fizyki, zostało poznane dopiero kilka 7-8 lat temu, mimo że ruchy owe badane zostały po raz pierwszy od r. 1827, a [illegible] przedtem jeszcze w 18 wieku zauważone zostały.

Podobny przykład daje nam historia teorii elektronowej. Dokładnie można sprecyzować czas kiedy ona zdobyła rozgłos i uznanie w świecie naukowym powszechnego — był to rok 1897 (odkrycie efektu Zeemana, i Thomsona badania nad promieniami katodowymi oraz bada[nia] promieni [illegible]) choć zasadnicza myśl teorii elektronowej — że elektryczność składa się z oddzielnych cząstek jednakowej wielkości — że posiada więc pewnego rodzaju strukturę atomistyczną, pojawiła się już dawno przedtem, Maxwell ją wyraził mimochodem (1873, Helmholtz nieco wyraźniej 1881, a wszelkie dane do postawienia takiej teorii miał już Faraday 1833 w rękach. Wszak tem samem prawem co Dalton empirycznie stwierdzoną zasadę wielokrotnych stosunków (przy połączeniach chemicznych) uważał za dowód tego że materya się składa z atomów, tem samem prawem Faraday opierając się na swych prawach elektrolizy mógł był twierdzić że elektryczność posiada strukturę atomistyczną. Wszak wiadomo że na wydzielenie 1 gr wodoru potrzeba przy elektrolizie przejścia ilości elektryczności 96500 Coulombów = 9.650 jednostek bezwzgl. elektromagn.; ta sama ilość elektr. wydziela chemicznie równoważne ilości — to jest taką samą ilość atomów zawierające — każdego bądź innego pierwiastka

jednowartościowego. ~~[illegible]~~ ~~A jeśli~~ Do wydzielenia dwuwartościowych gramatomów potrzeba dwukrotnej, do trójwartościowych potrójnej ilości elektryczności, itd. Wszystko tak się zgadza elektrolizę przedstawiając, jak gdyby każdy atom przy elektrolizie był zaopatrzony tym samym ładunkiem, albo też ~~[illegible]~~ dwoma, trzema, czterema ładunkami. — np. podwójnie dwuwartościowy itp. —

Znając dalej (liczbę drobin zawartych w gramie wodoru) ~~tak~~ natychmiast też obliczyć wielkość owego ładunku elementarnego. 1 gram wodoru zawiera bowiem ~~$3.03 . 10^{23}$~~ $6.06 . 10^{23}$ atomów wodoru, zatem na każdy ładunek elementarny przypada

$$\frac{9650 . 3 . 10^{10}}{6.06 . 10^{23}} = 4.77 . 10^{-10}$$ jednostek bezwzględnych elektrostatycznych

i to musi być wielkość owych cząstek elektryczności.

~~[illegible]~~ Widocznie myśl o atomistycznej strukturze elektryczności, tylko wówczas uważaną za zbyt śmiałą; ~~[illegible]~~ Faraday nie wyciągnął tego wniosku tak naturalnego, ~~[illegible]~~ a ~~[illegible]~~ (nawet za życia) Maxwella Helmholtza Schuster ~~a tyle później~~ pomysł ten ~~[illegible]~~ się nie przyjął i sami autorowie nie mieli śmiałości go wyraźnie ~~podtrzymać~~.

Dzisiaj wprawdzie nie potrzebujemy wcale powoływać się na prawa elektrolizy, a co ważniejsze nie potrzebujemy opierać się na skomplikowanych (i na innych zjawiskach polegających) obliczeniach liczby atomów i drobin gazowych. ~~Dzięki~~. W kilku latach posiadamy ~~[illegible]~~ zadziwiającej prostoty w zasadzie bezpośredni sposób wykazania i zmierzenia ładunków elektronowych, o którym kilka słów dorzucę poniżej.

Wykrycie tych drobniutkich zawdzięczamy amerykaninowi Millikan'owi, ale praca jego jest znowu tylko rozwinięciem (wcześniejszych (zawiłych i niedających się pomysłowych)) badań C.T.R. Wilsona i J.J. Thomsona, których punktem wyjścia była obserwacja stosunkowo niepozorna uczyniona przez Helmholtza 1887 o skraplaniu się (przesyconej) pary wodnej, w formie mgły, pod wpływem naboju elektrycznego. Wilson zbadał bliżej szczegóły tego skraplania się, pokazał że w pewnych warunkach (że podobnie one z osadzania się pary wodnej na dodatnich lub ujemnych elektrycznych cząstkach powietrza,) krople te spadają łatwiej na ujemnych a nie na dodatnich „i odwrotnie". Thomson zaś oparł na tej podstawie wykonanie pierwszego pomiaru w ciele obliczenia naboju jonowych. Nie będę wchodził w te zawiłe rozważania, gdyż metoda Millikana jest bez porównania prostsza a da się zrozumieć bezpośrednio.

Postawmy sobie zadanie śmiałe: spróbujmy zmierzyć bezpośrednio jak najmniejsze naboje elektryczne i zobaczymy czy będą one całkowitemi wielokrotnościami jakiegoś naboju elementarnego i zmierzymy wielkość tegoż.

Zadanie na pierwszy rzut oka nie do rozwiązania. Wszak najczulszy elektroskop jest tak mało czuły że listki złota rozchylają się dostrzegalnie dopiero gdy im się udzieli naboju wiele kilku jednostek elektrostatycznych tj. 10^{10} razy naboju elementarnego. Nawet najczulsze tego rodzaju (kwarcowe) przyrządy dwieście razy czulsze zdołają wykazać tylko ilości rzędu 10^5 elektr.

Ale znacznie czułość takiego przyrządu można by dowolnie powiększyć używając (dwu elektrometry kwarcu) zamiast listków złota nitek lżejszych i w lżejszy sposób umocowanych — a najlepiej wcale nie umocowanych tylko unoszących się w powietrzu.

Otóż zasada metody Millikana: obserwujemy (zapomocą mikroskopu lub lunety) drobniutką kropelkę oliwy, wytworzoną przez rozpylanie strumieniem powietrza. Na niej zawsze znajduje się jakiś drobny nabój elektr.

I Historyczny rozwój nie zawsze drogą naturalną

$N = 6{,}06 \cdot 10^{23}$

$g = 650$ (cm.)

między Brown. 1827 dopiero 1906 należycie zrozumiano

Maxwell 1873 $n = 2{\cdot}7 \cdot 10^{19}$

Helmholtz 1881 $e = 4{\cdot}77 \; 10^{-10}$ st.

1833

prawa Faradaya elektrolizy dowodzą atomistycznej struktury elektr.

„jony"

Ale jak prawo Daltona uważa się za dowód atomistyki materyi

~~ale tę myśl~~

Helmholtz ~~wiel~~ wypowiedział tę myśl ale nie zwracano na to

To jednak opiera się na atomistyce materyi — i nową drogą tylko dowodzi że przeciętnie .....

Dowody dowodnicej bezpośredniejszy: doświadczenia Millikana

dośw. Helmholtza

J.J. Thomson kondens. mgły

$\frac{4}{3}\pi\rho a^3 g = eX = 6\pi\mu a u$

Tym sp. nie tylko dowód struktury elektr., ale najdokładn. określenie wielkości.

~~Millikan~~ $e = 4{\cdot}7 \cdot 10^{-10}$ st.

Dalsze kwestye w tej materyi: Czy same, czyż mają i jakie?

Jeżeli masa tego nieodstał. się oczyście przy ruchu.

czy same czy m ?

Zjawiska elektronów szybko poruszających.

wszystkie elektryczn. jony

Promienie elektronowe, gdy szybko poruszane nabywają specyalnych własności $\frac{mv^2}{R_1} = eX$

aby nadać przybliżenie silne pole elektr., i rozumienie

katodowe: Plücker 1858 promienie katodowe $\frac{mv^2}{R_2} = evH$

Hittorf 1869

Crookes 1879

v równ zależności d. $\sim 3{,}10^9$

$\frac{e}{m} = 176 \cdot 10^7$ (em) J.J. Thomson 1897

ale m zawsze ta sama $= \frac{1}{1800}$ at. H.

zjawiska fotoelektr. ~~[illegible]~~ ; prace Dziewulskiego: jonizacya (Zwaard!)

wtórne wzbudzone przewodność promieni katod. { powolne / wtórne promienie Röntgen. (Whdz) zależnie od światła za $10^7 - 10^8$

kat

promieniotw.

promienie β, (5)

promienie Röntgena

fosforescencya

dodatnie promienie (kanalikowe) J. J. Thomson

jonizacya

Wilson promienie w mgle

Ionen Stoss

stopniowe [illegible]

widmo Geislera

iskry

Zanim przejdziemy do bieżącej treści, ~~omówimy krótko~~ parę słów dla określenia celu i przedmiotu naszych wykładów.

Fizyka „teoretyczna" i dośw. nie różnią się co do przedmiotu. ~~[illegible]~~ Zarówno doświadcz. podstawy i zarówno prawa fizyczne opierać się muszą w ostatecznej formie doświadcz., łączy się mimo dośw. i teorja. ~~Tylko różnica w~~ Nazwy te oznaczają tylko różnicę w sposobie wykładania przedmiotu na niższym i wyższym poziomie.

Doświadczalna -- elementarna

Teoret. -- ~~[illegible]~~ przy użyciu metod rozumowania matematycznego.

To rozumowanie polega na użyciu tzw. mat. wyższej (rach. różn. i całk.). To jest bieżący (klucz do odczytywania stenografji którą zapisana druk natury) instrument rozumowania. Matem. elementarna absolutnie nie wystarczająca. Wogóle fizyka jest nauką nieelementarną. Kto ~~[illegible]~~ zna tylko ~~elementarną~~ „fizykę dośw.", wogóle pojęcia nie ma o tem co to jest fizyka.

Zasadnicze pojęcia prędkości, przyspiesz., siły, pracy, potencjału, pracy, entropii, itd. polegają na pojęciach matem. i są niezrozumiałe ściśle bez odpowiedniego wykształcenia matemat. wyższej

Na fizyce powinien figurować napis (Platon) „μηδεὶς ἀγεωμέτρητος εἰσίτω" (Faraday?)

Wyższe wykłady te mają tworzyć pomost od „fizyki dośw." do wyższej fiz. teoret. (prof. Natanson), równocześnie także korzyść dla chemików i przyrod. w ich specjalnych fachach. (~~[illegible]~~ Kinetyka chemiczna, chemja fizyczna, ..). Wymagane (elementy geometrji analitycznej i elementy rachunku różniczk. i całkowego

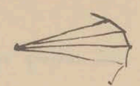
Dziś już częściowo w szkole średniej. Podręczniki: Love, Nernst-Schönflies, Michaelis, Lorentz,

[illegible]

12 Jeszcze kilka słów wyjaśnienia dlaczego rachunek różniczk. [illegible] taką odgrywa rolę.

Zasadnicze zadanie fizyki: przyporządkować zjawisko na podstawie stanu chwilowego; „prawa fizyki" służą do takiego przyporządkowania z chwili na chwilę. N.p. prawo Newtona

prawo przebiegu reakcji jednego składnika



Równania różniczkowe

Przykłady to często jeszcze widzieć, na razie tylko ogólną ton, żeby zwrócić uwagę — Hertz

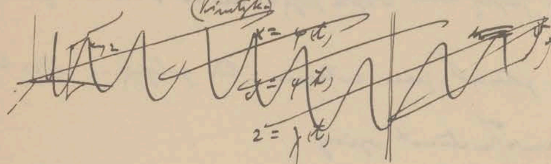
---

Materjał: głównie elementy mechaniki i termodynamiki

Mechanika: najprostsze pojęcie zasadnicze: (zmienność położenia [illegible] ciał materjalnych w przestrzeni (rozwój)

~~(Podręcznik matematyczny~~
(Uogólnienie geometryi analitycznej: ~~$\frac{dy}{dx} = \dots \frac{dy}{dx}$~~

Kinematyka i Dynamika (Kinetyka)



$x \qquad x = f(t)$

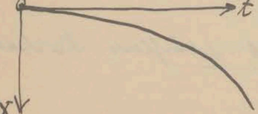
$$v = \lim \frac{x'-x}{t'-t} = \frac{dx}{dt}$$

N.p. $f(t) = g\frac{t^2}{2}$

$f(t) = a \sin \alpha t$

$$\frac{\sin\alpha t' - \sin \alpha t}{dt} = \frac{2\cos\alpha\frac{t'+t}{2}\sin\alpha\frac{t'-t}{2}}{t'-t} = \dots$$

Graficzne przedstawienie



szybkość wyrażą na papierze pomiarowym (albo po prostu odchylenie od [illegible])

$$w = \lim \frac{v'-v}{t'-t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} \quad \Bigg| \quad \begin{matrix} g \\ -a\alpha^2 \sin\alpha t \end{matrix}$$

W płaszczyźnie ~~przestrzeni~~ $x = a(\varphi - \sin\varphi)$ $(\varphi = \omega t)$

$y = a(1 - \cos\varphi)$

W przestrzeni:

$x = \varphi(t)$

$y = \psi(t)$



$x = ct$

$y = -g\frac{t^2}{2}$

$\Big\}\ y = f(x)$

$x =$

$y =$

$z =$

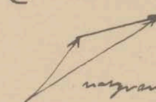
Składowe prędkości $\dot{x}$ $\dot{y}$

przysp. $\ddot{x}$ $\ddot{y}$

Wektory Skalary 1. $v = v$

2). Dodawanie wektorów prędkości $v_1 \begin{cases} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{cases}$ $v_2 \begin{cases} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{cases}$

$\bar{r}_1 + \bar{r}_2$



nazywamy to sumą (geometryczną)

Czy to ma należy nazywać to „sumą"? $v_1 + v_2 = v_2 + v_1$

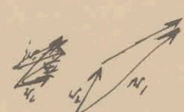
$(v_1 + v_2) + v_3 = v_1 + (v_2 + v_3)$

3). Mnożenie przez liczbę skalarną nv

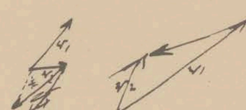
4). $v = ix + jy + kz$ analogia do $(\rho = x + iy)$

Znak —

$v_1 - v_2$



$v_2 - v_1$



…n Überschusses von m Einheiten:

$$W(m) = \left(\frac{1}{2}\right)^m \binom{m}{\frac{m-n}{2}} \qquad (2)$$

…oraus sich mit Benutzung der Stirlingschen …äherungsformel für große Zahlen n, m und …r einen kleinen Wert des Verhältnisses $\frac{n}{m}$ …iederum die Formel (1) ergibt, wenn die Be…iehungen $m = \frac{t}{\tau}$ und $n = \frac{x}{\delta}$ eingeführt und …er Wert $\frac{\delta^2}{2\tau} = D$ gesetzt wird.

Auf dieses einfache mathematische Modell …er Brownschen Bewegung werden wir uns noch …päter, anläßlich einer etwas schwierigeren Frage …erufen. Nur das eine möchte ich bei dieser …elegenheit bemerken, daß man auch ein dem…tsprechendes, überaus einfaches mechanisches …odell der Brownschen Bewegung konstruieren …ann, nämlich das sogen. Galtonsche Brett, …lches seinerzeit von Galton zur Veranschau…chung des Gaußschen Fehlergesetzes ver…endet wurde. Es besteht einfach aus einem …enügend großen, schwach geneigten Brett, in …lches eine große Anzahl regelmäßiger hori…ontaler Nägelreihen in Wechselstellung ein…eschlagen ist:

. . . .
. . . .
. . . .

Wird nun von einem Punkte des oberen …andes eine Kugel über das Brett rollen ge…assen (und zwar am besten von solcher Größe, …ß sie zwischen den Nägeln eben noch durch…schlüpfen kann), so stößt sie auf die Nägel, …rleidet infolgedessen beim Durchtritt durch …ie Reihen derselben unregelmäßig zufällige …blenkungen nach rechts oder links und führt … bezug auf die Falllinie eine Bewegung aus, … genau mit der soeben besprochenen …nschen Bewegung (der X-Komponente) …stimmt.

3. Diffusion.

…irde man nun im Galtonschen Apparat …ne Schar von Kugeln von demselben Punkte …sgehen lassen, so würden sie sich in passen…n Behältern am unteren Rande des Brettes … Quantitäten ansammeln, welche gerade der …placeschen Glockenkurve (1) entsprechen. …as geschieht aber, wenn man die Kugeln …entuell von verschiedener Farbe) nach einem …wissen Dichtigkeitsgesetz $n = \varphi(x)$ verteilt, …n verschiedenen Punkten des oberen Randes …sgehen läßt? Das gibt genau jene Erschei…ng, die man kurz Diffusion nennt, und zwar …triert uns das die Diffusion in einer Flüssig…tssäule, deren Konzentration zu Anfang der …it gemäß jenem Gesetze verteilt war.

Nehmen wir nämlich an, die Anfangsverteilung der in Betracht kommenden Substanzteilchen sei durch jene Verteilungsfunktion: Anzahl pro Volumeinheit $n = \varphi(x)$, gegeben, so resultiert aus (1) — selbstverständlich unter Voraussetzung der Unabhängigkeit der Teilchen …chen erwiesen. In Wirklichkeit ist aber das von x_0 ausgehende Teilchen unteilbar und (1) stellt nur ein Wahrscheinlichkeitsgesetz für seine spätere Lage dar.

Infolgedessen entspricht das Resultat der mathematischen Diffusionstheorie nicht dem Zustand, welcher tatsächlich zur Zeit t herrschen wird, sondern es stellt den Durchschnittswert[1]) der Zustände dar, welche verschiedene, von scheinbar identischen Anfangszuständen ausgehende Systeme in der Zeit t aufweisen würden. Mit anderen Worten: ein jedes individuelle molekulare System wird im Vergleich mit der theoretischen Diffusionsformel gewisse, entweder positive oder negative Divergenzen aufweisen, und die Häufigkeit derselben wird durch Wahrscheinlichkeitsgesetze geregelt sein.

4. Konzentrations-Schwankungen, Größe derselben in verdünnten Lösungen.

Näheren Aufschluß über die Art und Größe dieser zufälligen Abweichungen gibt die Theorie der molekularen Konzentrationsschwankungen, welche man auch als „mikrostatistische Analyse" des Diffusionsvorganges in festgelegten Volumelementen definieren könnte. In voller Allgemeinheit ist diese Art der Analyse noch nicht durchgeführt worden, aber ich glaube, auch das, was man heute darüber aussagen kann, beleuchtet den Mechanismus der Diffusion in sehr charakteristischer Weise, so daß es von Interesse sein dürfte, diese theoretischen Untersuchungen etwas eingehender zu behandeln.

In der Theorie der Konzentrationsschwankungen handelt es sich um zweierlei Probleme, einerseits um die wahrscheinliche Größe der momentanen Abweichung der Konzentration in einem gewissen Volumelement vom durchschnittlichen Zustand, andererseits um die zeitliche Veränderlichkeit jener Abweichungen oder, wie man kurz sagen kann, um die Schwankungsgröße und die Schwankungsgeschwindigkeit.

Was die Größe der Konzentrations-Schwankungen anbelangt, so lassen sich die betreffenden Formeln in sehr einfacher Weise mittels direkter Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen für den Fall entwickeln, wo es sich um den normalen, im Laufe langer Zeit sich einstellenden Gleichgewichtszustand eines idealen Gases oder einer verdünnten Lösung handelt, deren Teilchen aufeinander keine merklichen Kräfte ausüben; meine ~~ursprüngliche~~ recht kurz gefaßte Ableitung ist ~~übrigens~~ von Lorenz u. Eitel in sehr ausführlicher und verständlicher Form wiedergegeben worden; derselbe Gedankengang hat anläßlich der Entdeckung der radioaktiven Schwankungen (Schweidler, Bateman, Rutherford u. Geiger, Marsden u. Barratt u. a.) aufs neue Anwendung gefunden, analoge Entwickelungen lassen sich aber schon weit früher in wahrscheinlichkeits-theoretischen Untersuchungen auffinden, so daß ich heute auf Einzelheiten dieser bereits genügend bekannten Erwägungen nicht einzugehen brauche, und mich darauf beschränken kann, die Endresultate anzuführen.

[1]) Welcher auch mit dem wahrscheinlichsten Zustan… identisch sein dürfte.

103/53 IV 23 148

1/3 1917

Odczyt: o przypadku pojęciu w fizyce.

Potem drukowane po niemiecku przerobione w Max-Planck-Heft w d. Naturwissenschaften

Ale nie tylko opinie rzeczoznawców i doświadczenia laboratoryjne wydają pochlebne świadectwo akumulatorom Staneckiego. Przebyły już one bowiem ogniową próbę w miejskim zakładzie elektrycznym we Lwowie, gdzie zostały po raz pierwszy zastosowane w praktyce na większą skalę. Zbudowano tam z 242 akumulatorów Staneckiego bateryę wyrównawczą dla dla ruchu wozów tramwajowych. Baterya ta przez rok i ~~prze~~ dwa miesiące pracowała nader intenzywnie i forsownie, a pomimo to po upływie tego czasu skonstatowano, że pojemność bateryi jest o 33% większa, niż pojemność zastrzeżona umową. Prócz tego na płytach nie można było zauważyć ani śladu żadnego spaczenia lub skrzywienia; akumulatory znajdowały się w bardzo dobrym stanie, a odpadanie masy dotąd prawie wcale nie ~~[illegible]~~ następuje.

Autor kończy skromnie słowami: „Wobec takiego wyniku doświadczeń usprawiedliwioną jest nadzieja, że akumulatory mojego systemu mogą oddać niejedną ważną przysługę i jeśli nie przewyższyć, to w każdym razie co najmniej dorównać akumulatorom dziś ogólnie rozpowszechnionym."

W. Żłobicki

Tadeusz Godlewski: O dysocyacyi elektrolitów w roztworach alkoholowych. (Osobne odbicie z T. XLIV. Serya A. Rozpraw Wydziału matematyczno przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie, 1904. Str. 39.)

W teoryi dysocyacyi elektrolitycznej jednym z jej głównych filarów jest prawo rozcieńczeń Ostwalda. Prawo to wypowiedział Ostwald na podstawie badań nad roztworami wodnymi; niebawem nasunęła się myśl, czy prawo rozcieńczeń stosuje się także do roztworów niewodnych? Na podstawie całego mnóstwa wykonanych doświadczeń zdawało się dotąd, że prawo Ostwalda dla roztworów niewodnych traci swoje znaczenie. Zadaniem autora było zbadać, czy wniosek taki nie jest przedwczesny? W dotychczasowych bowiem badaniach popełniano aż zbyt często zasadnicze błędy: oto badano n.p. elektrolity silnie zdysocyowane,

Uwagi o roli przypadku w fizyce.

Odczyt w Tow. Filoz. w Krak. dnia 1/3 1917

Problemy, którymi dzisiaj się mamy zająć, co do istoty przypadku i prawdopodobieństwa były przedmiotem rozstrząsań i dyskusji, przeważnie pracy filozofów i matematyków (socjologów odkąd w ogóle wynaleziono rachunek prawdopodobieństwa), ale dyskusje te od niedawna dopiero wkroczyły w zakres zjawisk, gdzie istota tych pojęć wyjawia się — jak mi się zdaje — w formie najwyraźniejszej: w zakres fizyki teoretycznej.

Zastosowanie rachunku prawdopodobieństwa do fizyki teoretycznej datuje w ogóle dopiero od lat 60tych wieku ubiegłego, kiedy to Maxwell, Clausius, później Boltzmann, przy pomocy tego instrumentu matematycznego rozwinęli t. zw. teoryę kinetyczną gazów, tłomacząc mechaniczne i cieplne właściwości gazów jako skutek nieuporządkowanych ruchów drobin gazowych. Teorya kinetyczna wraz z atomistyką (chociaż przechodziła przesilenie pod koniec wieku ubiegłego, kiedy namiętnie zwalczaną była przez szkołę Ostwalda i Macha,) jednak w ostatnich kilkunastu latach zdobyła tak bezsporne, niemal namacalne dowody w różnych nowo odkrytych albo nowo zbadanych zjawiskach mikroskopijnych, że dzisiaj uważamy ją za jedną z najpewniejszych i najwięcej podstawowych teoryi fizycznych.

Równocześnie w ostatnich 20 latach pojęcia atomistyczne objęły zakres elektryczności (i optyki), powstała teorya elektronów (atomów elektryczności) i teorya promieniowania, a na tle tych samych pojęć wyjaśniły się (do pewnego stopnia) tak zagadkowe początkowo zjawiska promieniotwórczości. Wbrew przewidywaniom Macha i Ostwalda zwyciężył w nauce nie fenomenalizm tylko spekulatywny atomizm.

Tak zatem cała niemal fizyka dzisiejsza jest przesiąknięta na wskroś atomistyką, tj. dążeniem do wytłomaczenia zasadniczych zjawisk fizycznych, jako skutku współdziałania

Wyjaśniły się zupełnie dawno zauważone sprzeczności teorji atomistyczno kinetycznej z termodynamiką, w szczególności z zasadą entropii — ale w sposób więcej przeciwny niż dawniej przypuszczano, gdyż doświadczalnie udowodniono wyższość poglądu atomistycznego nad termodynamicznym.

Wiemy dziś, że słuszność miał Boltzmann, upatrując w zasadzie entropii wyraz zasad prawdopodobieństwa, dążenie układów materyalnych do przechodzenia ze stanu mniej prawdopodobnego do stanu prawdopodobniejszego.

Ale wiemy dziś ponadto, że istnieją także zjawiska sprzeczne z zasadą entropii, gdyż obok zdarzeń prawdopodobnych muszą się też przytrafiać zdarzenia mniej i zupełnie nieprawdopodobne.

Właśnie bliższe studyum takich zjawisk anomalnych, jak n.p. tzw. ruchów Browna, fluktuacyi dyfuzyi itp., dowiodło, że istnieją granice ważności zasady entropii, które w świecie mikroskopijnym pierwszorzędną odgrywają rolę, oraz że dotyczące wnioski teorji molekularno kinetycznej na każdym kroku, w każdym szczególe się sprawdzają.

olbrzymiej liczby drobnych zjawisk składowych, pochodzących od pojedyńczych atomów lub elektronów. ~~Nie tylko takie prawa fizyczne jak n.p. prawo załamania światła, prawo Boyle-Mariotte'a, prawa termodynamiki, prawa elektrolizy, ale nawet prawa uważane dotąd za zupełnie podstawowe dla fizyki jak n.p. zasada entropii, czyli druga zasada termodynamiki zostały rozłożone na zjawiska składowe; tym sposobem wyjaśniono ich formę matematyczną, która postała zwykle jest tylko wynikiem tzw. prawa wielkich liczb — poznano ich granice ważności.~~

~~Wbrew przepowiedniom Macha i Ostwalda zwyciężył w nauce nie fenomenalizm tylko atomizm~~ ~~Ewolucja ta pociągnęła~~

Ewolucja ta jest oczywiście ściśle związana z wysunięciem się rachunku prawdopodobieństwa na miejsce naczelne w fizyce, jest to bowiem instrument matematyczny specjalnie służący do badań tego rodzaju zjawisk tłumnych. Rachunek prawdopodobieństwa znalazł tu takie pole zastosowania jak w żadnej innej nauce (stał się wprost fundamentalnem narzędziem matematycznem nowszej fizyki teoretycznej). ~~On służy nam do wyprowadzenia praw przypadkowych, wynikających z współdziałania elementarnych zjawisk składowych.~~ A na odwrót spotyka się on na każdym nieomal kroku[x] wprost zadziwiającemi potwierdzeniami i ilustracjami doświadczalnemi swych prawideł. ~~[illegible]~~

~~To wszystko wobec służy za wytłumaczenie, czemu fizyk [illegible] podstawowych pojęć prawdopodobieństwa~~ Dziwnem może się wydawać, że wobec tak ogromnie rozszerzonego zastosowania tego rachunku analiza jego podstawowych pojęć do dziś dnia tak mało zrobiła postępu, że każdy filozof ~~autor~~ podaje odmienną definicję pojęcia prawdopodobieństwa, że nie znamy kryterjum (matematycznego) wystarczającego do ocenienia, jakie zjawiska należy uważać za przypadkowe, t.j. że jednem słowem nie ma żadnej gałęzi matematyki spoczywającej na tak słabych pod względem logicznym fundamentach.

Pochodzi to z tąd że matematyk, fizyk, filozof, każdy szuka czegoś innego w problemie prawdopodobieństwa (tak że oni) i między sobą się nie rozumieją. Matematyk zajmuje się zazwyczaj (np. w teorji różnych gier hazardowych) tylko formalną stroną rachunku, obliczeniem prawdopodobieństwa jakiegoś zjawiska złożonego na podstawie znanego prawdopodobieństwa zjawisk składowych, elementarnych (Borel p. 15) — ale jak te ostatnie określić należy, to go nie obchodzi. Fizyk znów porusza się w ocenianiu tego co uważa za przypadkowe, za jednakowo prawdopodobne, zwykle jakimś poczuciem instynktownem, i porównuje konsekwencje rachunkowe z rzeczywistością doświadczalną. A filozof zajmuje się (przeważnie) psychologiczną stroną przedmiotu, lub rozważa, jak sądy prawdopodobne pomieścić w systemie logiki formalnej, ale pomija kwestyę, jakim objektywnym warunkom muszą zadość uczynić zewnętrzne zjawiska, aby usprawiedliwić zastosowanie pojęć przypadku i prawdopodobieństwa.

Jako przyczynek do dyskusyi tych kwestyj chciałbym podać pewne uwagi podkreślające specjalnie objektywne rysy pojęć tu w grę wchodzących, które po części już n.p. Kries i Poincaré zauważyli, ale jak sądzę jeszcze za mało wyraźnie sformułowali. Punkt wyjścia obieramy kwestyę: do jakich zjawisk wogóle odnosi się rachunek prawdopodobieństwa. Zapewne każdy powie: do zjawisk przypadkowych. Sądzę istotnie że przypadkowość jest cechą zupełnie istotną, charakterystyczną dla zjawisk o których prawdopodobieństwie można mówić. Jeśli n.p. Łukasiewicz o tem nic nie wspomina w swych logicznych podstawach rachunku prawdop., to moim zdaniem znaczy tyle, że analizuje logiczne podstawy statystyki, nie zaś rachunku prawdop., który jest szczególnym przypadkiem statystyki. Pierwszem zadaniem naszem musi zatem być wyjaśnić sobie, co właściwie charakteryzuje zjawiska przypadkowe, co to jest przypadek?

Wyrazem tych poglądów na świat będzie odpowiedź: przypadkiem nazywamy brak prawidłowego związku przyczynowego. Tak np. Timerding w książce niedawno opublikowanej „Analyse des Zufalls" powiada: „Das Wesentliche an allen zufälligen Ereignissen ist, dass sie allein aus der Regelmässigkeit kausaler Verkettung nicht zu erklären sind."

Taki określenie jest jednak (po pierwsze) widocznie sprzeczne z deterministycznym - deterministycznym światopoglądem, uznającym prawo przyczynowości jako naczelną zasadę. Przypadek jako antiteza prawa przyczynowego jest według tego wręcz niemożliwy.

Po drugie byłoby zupełnie zagadkowym, jak taki przypadek, który by był negacją prawidłowości przyczynowej, może rodzić jakiegoś rodzaju prawidłowe skutki, a zatem jak może istnieć rachunek prawdopodobieństwa i dlaczego się zgadza z rzeczywistością.

Dla tego wielu przedstawia istotę przypadku, twierdząc że dane zjawisko wywołane zostało wprawdzie prawidłowo działającą przyczyną, ale nieznaną nam lub łańcuchem przyczyn, którego ogniwa nam jednakowoż nie są bliżej znane, lub nie dają się ściśle skontrolować. Tę definicję: przypadek = niewiadoma nam przyczyna względnie (unbekannte Teilursache) jest powszechnie przyjęta przez prawie wszystkich autorów. Charakterystycznie jest wyraził powiada n.p. matematyk Borel: „Przypadek jest to tylko nazwa dana naszej nieświadomości, dla istoty wszechwiedzącej (prawdopodobieństwo) by nie istniało." „Le hasard n'est que le nom donné à notre ignorance; pour un être omniscient la probabilité n'existerait pas." W innej formie podobnie w zasadzie myśli wypowiada Meinong w swym nowym wielkiem dziele o prawdopodobieństwie. [Zufälligkeit = Tatsächlichkeit von etwas nicht notwendigem, „äussere oder innere" Notwendigkeit]. Podobnie np. odzywa się matematyk Czuber, znany specjalista w rachunku prawdopodobieństwa: „Mit dem Worte Zufall soll der Kausale Zusammenhang nicht geleugnet werden, sondern der Zusammenhang soll in dem betreffenden Falle nicht erkennbar sein ... wirkende Ursache."

Es ist üblich, bekannte und bleibende Umstände: Ursachen, unbekannte und wechselnde: Zufall zu nennen."

Takie, tradycyjne pojmowanie przypadku, usuwa wprawdzie sprzeczność z prawem przyczynowości, ale pozostaje nierozwiązana druga sprzeczność poprzednio wspomniana: Jakże możliwem jest obliczenie skutków (wywołanych przez) czynników zmiennych nieznanych? Jaki wtedy sens może mieć rachunek prawdopodobieństwa?

Zwolennicy tradycyjnego sposobu zapatrywania tłomaczą to, powołując się na t.zw. prawo wielkich liczb, które przyjmują jako jakąś zasadę empiryczną (niedającą się udowodnić), jakieś naczelne prawo przyrody. Która z liczb 1–36 z rulety (– powiedzmy –) wypadnie – to zależy od nieznanych a przez i nie dających się skontrolować przyczyn. Ale jest to fakt doświadczalny, że (w miarę wielokrotnego powtórzenia gry) przeciętne częstości okazania się każdej z nich się wyrównują, że przypadkowe nierówności znikają w przeciętnym wyniku wielu prób.

Timerding pisze w książce poprzednio zacytowanej „Analyse des Zufalls": (odnośnie do prawa wielkich liczb) „Die unverbrüchliche Kausalität in allen Naturgeschehen mag wohl aufrecht erhalten werden, sie reicht aber nicht hin, um die Regelmäßigkeit des Weltgeschehens vollständig zu erklären. Es gehört vielmehr die Tatsache hinzu, die wir als Gesetz der großen Zahlen bezeichnen, und die bewirkt, dass die Unregelmäßigkeiten, die sonst durch die zufälligen Ereignisse in die Welt hineingetragen würden, in dem Gesamtergebnis wieder verschwinden..... Unser Verstand sträubt sich allerdings dagegen, ein solches Prinzip nur deshalb hinzunehmen, weil hier und dort seine Richtigkeit bezeugt wird, vielmehr drängt er dahin, auch einen inneren Grund für einen solchen Ausgleich zu finden. Ein solcher innerer Grund lässt sich aber nicht ermitteln...."

(takie rozpatrywanie, (~~[illegible]~~ przyjęcie tego prawa wielkich liczb jako czysto empirycznej, niezrozumiałej zasady)

Wydaje mi się, że to jest perspektywa wprost rozpaczliwa, otwarte przyznanie się do bankructwa rozumu ludzkiego – i to tym bardziej, że nie tylko w przyrodzie, ale nawet w matematyce (czystej) trzeba by przyjąć ~~takie~~ owo mistyczne (empiryczne) prawo ~~wielkich liczb~~, gdyż i tam, jak Poincaré wykazał, można podać przykłady na zastosowanie (pojęć i) rachunku prawdopodobieństwa.

(Otóż) Sądzę ~~[illegible]~~, że cała ta hipoteza o istnieniu prawa wielkich liczb (— którego ścisłego sformułowania zresztą nigdzie nie udało mi się znaleźć —) jest zupełnie zbyteczna i że wszelkie te nasuwające się trudności pochodzą tylko z tąd, że określenie przypadku jako „nieświadomej przyczyny częściowej" jest zupełnie wadliwe, mianowicie że jest ono wiele za obszerne.

Nie chciałbym jednak wywołać nieporozumienia. Przyznaję oczywiście, że (w życiu codziennym) ~~[illegible]~~ używa się (istotnie) słowa „przypadek" (także) w takim znaczeniu. Jeżeli na ulicy komuś cegła z dachu spadnie na głowę, mówimy o przypadku. Jeżeli ~~[illegible]~~ (ostrosłup) postawimy ~~[illegible]~~ na wierzchołku, tak aby oś symetrii ~~[illegible]~~ była (przybliżenie) ~~[illegible]~~ pionową, ~~[illegible]~~ to od przypadku zależy, na którą stronę ostrosłup się przechyli.

Ale tego rodzaju przypadek ~~[illegible] polegający tylko na naszej nieświadomości~~, usuwa się najzupełniej z zakresu rachunku prawdopodobieństwa i co do niego nic w ogóle przepowiedzieć nie można. Przypadek, który ma być dostępny metodom ~~matematycznym~~ rachunkowym, odznacza się zupełnie szczególnemi właściwościami.

Spotykamy się tu (znów) z faktem bardzo (w ogóle) powszechnym, że mianowicie w życiu codziennym używamy (rozmaitych) terminów ~~[illegible]~~ w znaczeniu wiele ogólniejszym, albo ~~[illegible]~~ (nawet w znaczeniu) zupełnie odrębnym ~~[illegible]~~ niż w nauce. Jakiż nieskończony szereg nieporozumień powstał np. z tąd, że słowa siła, bezwładność, energia, praca itd. w fizyce oznaczają pojęcia zupełnie różne od codziennego znaczenia tych słów!

Tak samo też i słowo „prawdopodobieństwo" jest ogromnie wieloznaczne. Bynajmniej nie myślę zaprzeczać słuszności zdania filozofów (jak Lotzego, Sigwarta, Windelbanda, a także Meinonga) odnajdujących czysto subjektywny element „oczekiwania" w pojęciu tego co nam się wydaje prawdopodobnem, ale twierdzę że matematyk i fizyk używają słowa „prawdopodobieństwo" w sensie odmiennym, (i wiele ściślejszym), jako miary (częstości występowania pewnych przypadków lub określonego zachowania) statystycznej częstości (danego) zjawiska przypadkowego, i że psychologiczna czynność „oczekiwania" tworzy w rachunku prawdopodobieństwa czynnik zupełnie obcy.

Wracając do naszego tematu twierdzę zatem, wbrew przyjętej powszechnie doktrynie, że definicja przypadku jako nieznanego czynnika przyczynowego jest zupełnie niewystarczająca — o ile chodzi o przypadek dostępny metodom rachunku prawdopodobieństwa, (o wszechstronności) o stosowanie tego pojęcia w fizyce. Prawdopodobieństwo fizyczne (jakiegoś zjawiska) określone (musi być) (wyłącznie) prawami i warunkami, od których zależy — nie zaś stanem naszej wiedzy lub nieświadomości! Stosowanie rachunku prawdopodobieństwa w fizyce musi posiadać treść zupełnie objektywną, jeżeli ma być możliwa koncepcja świata zewnętrznego, bez względu na człowieka, obserwatora. Twierdzę też wbrew zdaniu Borela, poprzednio zacytowanemu: Gdybyśmy nawet potrafili w fizyce poznać z absolutną dokładnością chwilowy stan układu wszystkich atomów, oraz gdybyśmy zmiany jego mogli obliczać — mimo to rachunek prawdopodobieństwa w teorji kinetycznej gazów zachowałby całą swoją wartość, pozostałby on (zawsze) instrumentem matematycznym, podobnie jak np. metoda mnożenia skróconego, albo jak używanie tablic logarytmicznych w celu mnożenia (wielkich liczb) obok zwykłego ścisłego mnożenia.

1/2

Chcąc zanalizować objektywne znaczenie „przypadku", w najogólniejszym sensie słowa, musimy ~~z góry~~ podkreślić cechę bardzo charakterystyczną, którą Poincaré wyraża w zdaniu: Mała przyczyna, duży skutek! Gdyby człowiek o ułamek sekundy wcześniej lub później był przeszedł koło domu, spadająca cegła nie byłaby go uszkodziła. Najmniejsze przechylenie ostrza igły ~~[illegible]~~ postawionego na wierzchołku rozstrzyga o tem na którą stronę się ostatecznie przewróci. ~~Sama nieznajomość tych danych~~ nie usprawiedliwia jednak jeszcze żadnych spekulacyj o prawdopodobieństwie.

Przypadek taki staje się ~~[illegible]~~ dopiero wówczas dostępnym metodom rachunkowym, jeżeli ~~[illegible]~~ odnosi się równocześnie pewną przeciętną regularność skutku, która rozwija się ~~[illegible]~~ wiąże się z tym warunkiem, że przy stopniowej zmianie przyczyny występują ~~[illegible]~~ naprzemian skutki przeciwne. Wyobraźmy sobie n.p. tarczę, podzieloną na jednakowe wycinki białe i czarne, a obracającą koło środka, ku której człowiek strzela z pewnej odległości z strzelby, trwale na pewien jej punkt ~~[illegible]~~ postawionej. Jeżeli tarcza obraca się bardzo powoli ~~[illegible]~~, zależy to od zręczności strzelca, czy uda mu się wypalić w odpowiednim momencie, aby trafić wycinek czarny. Jeżeli zaś tarcza wiruje szybko, kilkanaście obrotów na sekundę, zręczność danego osobnika będzie zupełnie obojętna; zależy to wówczas tylko od przypadku, czy trafi odcinek czarny ~~[illegible]~~, i prawdopodobieństwo na to będzie $= \frac{1}{2}$.

Zrozumieć to łatwo. Warunkiem korzystnego wyniku t.j. trafienia odcinka czarnego jest nadzwyczajnie ścisłe uchwycenie momentu, kiedy należy wypalić, bez porównania ściślejsze niż tego dokonać potrafi ~~[illegible]~~ zręczność ludzka. Decyzja do czynu, urzeczywistniona przez poruszenie mięśni wymaga pewnego czasu, trudno dającego się określić; ale przypuśćmy nawet u najzręczniejszego osobnika (jeżeli na komendę wystrzeli) panować będą nie dające się opanować przypadkowe zboczenia rzędu $\tau = \frac{1}{20}$ sek. Na taki przeciąg czasu zaś przypada już wskutek szybkiego obrotu tarczy ~~[illegible]~~ wielka liczba przypadków korzystnych oraz taka sama liczba przypadków niekorzystnych. Szanse trafienia białego lub czarnego odcinka się wyrównują.

Możemy to sobie (jaśniej) uprzytomnić prostym sposobem graficznym:

Jeśli jako odciętą wykreślimy czas, [illegible], a jako rzędną prawdopodobieństwo, że w danym momencie nastąpi wystrzał, to otrzymamy krzywą $z = \varphi(x)$, ilustrującą ~~[illegible]~~ niejako szybkość i przedłużanie decyzji danego osobnika. Przedstawmy, że rozciąga się ona na czas 10 sek. i na ten [illegible] okres przypada wielka liczba skutków korzystnych (czarne paski) i niekorzystnych (białe) ~~[illegible]~~ z których każdy odpowiada n.p. $\frac{1}{2000}$ sek.



Widocznie zatem całkowite prawdopodobieństwo trafienia odcinka czarnego lub białego będzie przedstawione przez całą powierzchnię (czarnych i) białych pasków i [illegible] (te zaś powierzchnie) muszą być bardzo blisko (sobie) równe, zupełnie niezależnie od rodzaju funkcji określającej prawdopodobieństwo przyczyny — (o ile ta [illegible] funkcja odznacza się ciągłością i nie posiada zbyt dużo maksymów, minimów!)

Podobnie [illegible] przy grze w kostkę ~~jako przyczynę~~ skutek y (t.j. okazanie się jednej z liczb 1–6, zależy w pewien (skomplikowany) sposób od (przyczyny x t.j.) ruchu ręki ~~[illegible]~~ grającego. ~~[illegible]~~ — jeśli pominiemy czynniki uboczne jak przypadkowe nierówności stołu etc.

$y = f(x)$

~~[illegible]~~ ~~Związek tej przyczynowy odznacza się tą właściwością, że~~

~~niedostrzegalnie mała [illegible]~~ (Otóż) Ruchy ręki gracza, nawet najbardziej wyćwiczonego, podlegają ~~[illegible]~~ pewnym przypadkowym wahaniom i prawdopodobieństwo (czyli częstość) tychże musimy sobie wyobrazić przedstawione przez jakąś funkcję $\varphi(x)$. Z drugiej strony nadzwyczajnie mała różnica w ruchu ręki ~~[illegible]~~ spowoduje (już zupełnie) inny ruch kostki i ostatecznie wyrzut okazania się innej liczby y.

Jeśli więc obręb przypadkowej zmienności ruchów ręki gracza jest znacznie większy niż ~~[illegible]~~ obręb powodujący zmianę [illegible] jednej liczby na inną, to oczywiście prawdopodobieństwo wszystkich liczb 1–6 będzie jednakowe; przypadek rozstrzygnie, która się każdym razem okaże, ale przy częstem powtarzaniu rzutów przeciętna częstość każdej będzie jednakowa, bez względu na rodzaj owych

funkcyi $f(x)$ i $\varphi(x)$.

Mógłbym podać szereg podobnych przykładów z zakresu zjawisk fizycznych przypadkowych, ale sądzę że wystarczą te dwa proste przykłady, gdyż wyjaśnią one wykazują wspólną myśl zasadniczą, która się powtarza zawsze tam gdzie przypadkowe zjawisko okazuje się przystępnem rachunkowi prawdopodobieństwa.

Przejdźmy zatem do ogólnej konkluzyi z tych przykładów:

Przypadek w potocznem znaczeniu słowa usuwa się z pod zakresu metod rachunkowych i wogóle nic nie można powiedzieć o jego prawidłach. Jeżeli natomiast w fizyce mówimy, że jakieś zjawisko y zależy od przypadkowej przyczyny x, to taki przypadek, podlegający regułom rachunku prawdopodobieństwa, oznacza szczególną w przyrodzie często napotykaną formę związku przyczynowego. Formę tę charakteryzuje własność, że prawdopodobieństwo rozkładu skutku y (liczb 1–6 kostki — jest niezależne od prawdopodobieństwa rozkładu przyczyny x (rodzaju ruchu ręki).

Przy bliższej analizie określić się dadzą warunki wystarczające, które spełnić musi matematyczna forma owego związku przyczynowego $y = f(x)$, jeżeli związek ten ma posiadać własność żądaną, ale w ścisłe sformułowanie tych warunków nie będę wchodził, tylko zwrócę uwagę na charakterystyczne dwie cechy: 1). „mała przyczyna duży skutek", czyli dokładniej mówiąc: mała zmiana przyczyny (mała w porównaniu z obrębem prawdopodobnej zmienności) powoduje dużą różnicę skutku — wynik korzystny lub niekorzystny —

2). Ten sam wynik daje się osiągnąć przez (którą będzie z pomiędzy) wielką liczbę różnych konstelacyj przyczynowych, (stopniowym zmianom przyczyny x) co w związku jest z tem własnością, że w obrębie przypadkowej zmienności tysiące razy odpowiadają naprzemian wyniki korzystne i niekorzystne.

Prawo wielkich liczb nie jest zatem żadną z zewnątrz nam wtłoczoną empiryczną zasadą! Wynika ono po prostu z samego założenia, z matematycznej formy tego rodzaju związków przyczynowych, że przyczyna pod warunkiem jest zmienna w pewnym obrębie według jakiegoś regularnego prawa częstości. Wynik pojedynczej próby nie da się przewidzieć, ale w miarę coraz częstszego powtarzania, następuje kompensacya przypadkowych różnic (na mocy prostej konieczności matematycznej) i układ skutków staje się niezależnym od układu czynników przyczynowych.

Wyjaśnia to nam najzupełniej uprawnienie rachunku prawdopodobieństwa i usuwa pozorne sprzeczności między pojęciem przypadku a pewną prawidłowością skutków. Ale czy wyjaśniliśmy już całkowicie samą genezę przypadku? Wszak właściwie tylko zredukowaliśmy prawdopodobieństwo pewnego skutku y na prawdopodobieństwo pewnej przyczyny x np. (ruchów ręki gracza, rzucającego kostkę), nie wytłomaczyliśmy zaś, co to właściwie znaczy i zkąd to pochodzi, że owa przyczyna podlega pewnej funkcyi prawdopodobieństwa, nie wyjaśniliśmy jak regularne prawa przyczynowe mogą zrodzić zjawiska przypadkowe.

Jeśli chodzi o zjawiska, w których człowiek występuje jako ostateczna przyczyna, jako primus movens, np. (przy grach hazardowych, (doświadczeniach ludzką ręką wykonanych) etc. nie odczuwamy jeszcze tak bardzo tej trudności, gdyż jesteśmy dobrze świadomi, że nasz ustrój psychiczny i fizyologiczny nie działa tak regularnie jak maszyna, i że występuje tu zawsze jakaś kapryśna zmienność, której możemy przypisać genezę przypadku. Nazwiemy to krótko przypadkiem fizyologicznym.

Ale czy w martwej przyrodzie, dajmy na to w jakimś czysto fizycznym zjawisku, którego prawa zasadnicze i warunki indywidualne nam są dane, pojęcie przypadku nie może znaleźć zastosowania? Zwykle tak się twierdzi, ale sądzę że jest to przesąd nieuprawniony

Zamiast rozważań ogólnych podam prosty model jako przykład, jak w obrębie zjawisk często przyczynowych wytworzyć się może zjawisko typowo przypadkowe. Za wzór idealny przykład zjawiska przypadkowego — w sensie jak tego słowa używa się w fizyce — uważamy dzisiaj t. zw. promieniotwórczy rozkład atomów. Atomy Radu doznają z czasem tego rozkładu, w ten sposób że wysyłają z siebie (z czasem automatycznie) po jednej cząstce α i skutkiem tego wszystkie przemieniają się w atomy innej substancyi t. zw. Ra A, która później znów w podobny sposób dalej się transformuje. Otóż transformacya ta, będąca źródłem zjawisk promieniotwórczości, odbywa się w sposób zupełnie przypadkowy, t. zn. że dany atom nie starzeje się, nie podlega żadnym zmianom postępowym, lecz tylko nagle, w chwili nie dającej się przewidzieć, doznaje takiej nagłej, niejako eksplozyjnej transformacyi. Prawdopodobieństwo, aby ów atom w czasie $t \ldots t+\Delta t$ się transformował, jest proporcyonalne do długości tego okresu:

$$W\,dt = \lambda\,dt$$

przy czem spółczynnik λ, miarodajny dla intensywności procesu transformacyi, jest całkowicie stałą, charakterystyczną dla danej substancyi promieniotwórczej, i na którą wpłynąć nie można żadnym sztucznym sposobem.

Otóż łatwo podać model, który będzie naśladował to zjawisko. Wyobraźmy sobie naczynie o kształcie dowolnym nieregularnym, i ścianach chropowatych, doskonale odbijających, do którego przez wąski otwór w ściance wrzucamy małą kuleczkę. Kuleczka ta odbija się od ścianek wielokrotnie, zakreślając drogę dziwacznie zygzakowatą, i jeśli odbicia nie zmieniają jej szybkości przewidzieć można na podstawie pewnych twierdzeń z kinetycznej teoryi gazów, że z czasem przez wszystkie części naczynia i w wszystkich kierunkach przestrzeni w przybliżeniu jednakowo często się będzie poruszać. Z czasem zdarzyć wreszcie musi się, iż kulka znów na powrót wyleci z naczynia na

Możliwe że zdarzy się to zaraz po pierwszym odbiciu, może dopiero po stu albo po stu tysiącach odbić, zależy to od kształtu naczynia zewnątrz. i od kierunku ruchu początkowego kulki i, dałoby się to (wielkości te były dane z matematyczną dokładnością) ostatecznie obliczyć, gdyby, ale bezpośrednio przewidzieć można, że większa liczba jednakowych takich naczyń, do których wpuściliśmy po jednej kuleczce, każdym razem w innym, dowolnym kierunku, będzie się zachowywać zupełnie tak samo jak odpowiednia liczba atomów substancji promieniotwórczej. Rozkłady atomów i wystrzeliwanie owych kuleczek z naczyń będą się odbywać według zupełnie tego samego prawa prawdopodobieństwa: 13

161

$$W(t \ldots t+dt) = \lambda \, dt$$

(Oczywiście nie żądam żeby atomy rad tak tutaj były skonstruowane, ale nie o to chodzi! Wystarczy nam że można wymyślić model układu promieniotwórczego, spełniający dokładnie odnośne równanie transformacji.)

A mógłbym podać jeszcze dużo podobnych przykładów, w których zupełnie prawidłowo przebiegający mechanizm fizyczny jako wynik daje zjawisko przypadkowe. Co prawda, że nie jest to przypadek w potocznym znaczeniu „nieprawidłowego kaprysu", ale w znaczeniu przypadku ścisłego albo „prawidłowego", (stosowania metod rachunku prawdopodobieństwa, jaki poprzednio przyjęliśmy za warunek wprowadzający) Nie wchodząc zresztą w dalsze szczegóły tylko tyle wspomnę, że wszystkie te modele polegają na tem, iż pewne zjawisko (np. w poprzednim przykładzie odbijanie się kulki od ściany) powtarza się nieustannie każdym razem jednak w nieco odmiennych warunkach.

Tego rodzaju przypadek odgrywa oczywiście pierwszorzędną rolę w świecie atomów i drobin i na tem polu znamy dzisiaj już cały szereg zjawisk (których charakter przypadkowy, dalsze istnienie podobnych mechanizmów przyjąć musimy) jak np. ruchy Browna, fluktuacje promieniotwórcze itp.

Łączą się z tym przypadkiem „drobinowym" dalsze problemy, przedewszystkiem kwestya matematycznie ścisłego i ogólnego sformułowania takich zjawisk (następnie kwestya czy fizjologiczny przypadek nie polega może ostatecznie także na owym drobinowym przypadku, itd. Ale w te problemy już nie będziemy się zapuszczać.

Czy może być co nie ma przyczyny?

optymizm

czy przyp. i prawdop. to samo? Przyjęł

dwuznaczność przypadku [illegible]

model ale tylko

[illegible]

skrócony symbol

potrzebna lepsza bezpośrednia metoda Lagrange'a

czy nie należy wyjaśnić przy wypadku z góry?

przyczyna abstrakcyjna?

Ale nie tylko opinie rzeczoznawców i doświadczenia laboratoryjne wydają pochlebne świadectwo akumulatorom Staneckiego. Przebyły już one bowiem ogniową próbę w miejskim zakładzie elektrycznym we Lwowie, gdzie zostały po raz pierwszy zastosowane w praktyce na większą skalę. Zbudowano tam z 242 akumulatorów Staneckiego baterye wyrównawczą dla dla ruchu wozów tramwajowych. Baterya ta przez rok i ~~prze~~ dwa miesiące pracowała nader intenzywnie i forsownie, a pomimo to po upływie tego czasu skonstatowano, że pojemność bateryi jest o 33% większa, niż pojemność zastrzeżona umową. Prócz tego na płytach nie można było zauważyć ani śladu żadnego spaczenia lub skrzywienia; akumulatory znajdowały się w bardzo dobrym stanie, a odpadanie masy dotąd prawie wcale nie ~~następuje~~ następuje.

Autor kończy skromnie słowami: „Wobec takiego wyniku doświadczeń usprawiedliwioną jest nadzieja, że akumulatory mojego systemu mogą oddać niejedną ważną przysługę i jeśli nie przewyższyć, to w każdym razie co najmniej dorównać akumulatorom dziś ogólnie rozpowszechnionym."

W. Żłobicki

Tadeusz Godlewski: O dysocyacyi elektrolitów w roztworach alkoholowych. (Osobne odbicie z T. XLIV. Serya A. Rozpraw Wydziału matematyczno przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie, 1904. Str. 39.)

W teoryi dysocyacyi elektrolitycznej jednym z jej głównych filarów jest prawo rozcieńczeń Ostwalda. Prawo to wypowiedział Ostwald na podstawie badań nad roztworami wodnymi; niebawem nasunęła się myśl, czy prawo rozcieńczeń stosuje się także do roztworów niewodnych? Na podstawie całego mnóstwa wykonanych doświadczeń zdawało się dotąd, że prawo Ostwalda dla roztworów niewodnych traci swoje znaczenie. Zadaniem autora było zbadać, czy wniosek taki nie jest przedwczesny? W dotychczasowych bowiem badaniach popełniano aż zbyt często zasadnicze błędy: oto badano n.p. elektrolity silnie zdysocyowane,

103/53 IV, 20

Wykład o kwantach.

$$c_v = 3R \frac{e^{\frac{\beta\nu}{\theta}} \left(\frac{\beta\nu}{\theta}\right)^2}{\left[e^{\frac{\beta\nu}{\theta}} - 1\right]^2}$$

$\beta\nu = 1440$

	obl.	obs.
θ = 35°	0·000	0·00
52°	0·01	0·03
20·8°	0·62	0·62
28·4	1·77	1·35
35·8	2·08	2·42
47·3	2·55	2·66
116·9	5·41	5·35



Ciała stałe.

Einstein 1907 dyament ~~$U = 3R$~~ $k = \frac{H}{N}$

$$U = 3N \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k\theta}} - 1} = 3H \frac{\beta\nu}{e^{\frac{\beta\nu}{\theta}} - 1}$$

prawo Dulonga Petita (1819) $c_v \mu = const = 6$

przyjmując dyament każdy przy zi równa. $U = 2 N 3 \frac{k}{2}\theta = 3H\theta =$ (6 kalor.)

$$c_v = \frac{\partial U}{\partial \theta} = 3H = 6$$

zboczenie węgiel

krzem

bor

1x F Weber

2x Zakomski

jeśli wykres w różnych temperaturach, obliczenie ogólne Debye

$R = \frac{k}{\beta\theta} = \frac{10^6}{273 \cdot 0.0013} = \frac{10^6}{0.35}$

$H = R\mu = \frac{28 \cdot 10^6}{0.35 \cdot 4.2 \cdot 10^7} = 2$

$$c_v = 3H \frac{e^{\frac{\beta\nu}{\theta}} \left(\frac{\beta\nu}{\theta}\right)^2}{\left[e^{\frac{\beta\nu}{\theta}} - 1\right]^2}$$

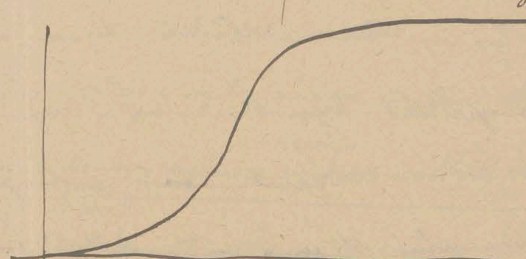
dyament

	obl	obs
$\theta = 30°$	0·000	0·00
920	0·01	0·03
205°	0·62	0·62
284	1·37	1·35
358	2·08	2·12
473	2·55	2·66
1169	5·41	5·35

$\beta\nu = 1940$

wynika stąd $\lambda = 11 \cdot 0 \mu$

co nie zgadza się z obserwacją drgań elektrycznie neutralnych



z drugiej strony związek z ściśliwością (co jest rzeczą) ostatecznej

$$\nu = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^7}{m^{1/3} \, \omega^{1/2} \, \rho^{1/6}}$$

(Nernst-Lindemann)

Natomiast w innych substancjach jak np soli są jony, zatem drgania elektryczne i linie absorpcyjne

~~Wzór Nernst Lindem.~~

	ν z ciepła wł.	z ściśliwości
Al	$8.3 \cdot 10^{12}$	$6.7 \cdot 10^{12}$
Cu	$6.6 \cdot 10^{12}$	5.7
Zn	4.8	3.8
Ag	4.5	4.1
Pb	1.9	2.2

KCl $\rho\nu$ = 232.4, 203.2 — Rubens, Hollnagel ν = 70.3 μ, 62.0 μ

z pewnością jeden K, drugi Cl — że więc już jony w stałej soli

Θ	C_p obl	C_p obs.
22.8	0.61	0.58
39.0	1.98	1.83
52.8	2.97	2.80
70.0	3.87	3.79
86.0	4.43	4.36
137.0	5.33	5.25
331	6.06	6.16
550	6.36	6.54

Zadziwiająca zgodność!

Żadnego współczynnika dowolnego!

Także związek z temperaturą topliwości Lindemann

$$\nu = C\sqrt{\frac{\theta_s}{m\, v^{2/3}}}$$ v = objętość atomu gramowego

---

W tem wszystkiem niedokładność: drganie atomu każdego, jak gdyby otaczające były nieruchome

W rzeczywistości drgania udzielają się wzajemnie i wpływają. „Sprzężenie" „Koppelung"

Drganie |·· ·| [illegible] się |·|

Problem ogólny obliczania ciepła właściwego [illegible] własności mechanicznych i termicznych z pojęcia ciała stałego jako zbiorowiska punktów materialnych podlegających siłom wzajemnym

Ograniczenie do regularnej budowy krystalicznej

W skutek tego Planck zmienił (1911) nieco podstawy teorji przyjmując że absorpcja odbywa się w sposób regularny, ciągły, tylko emisja kwantami, mianowicie gdy zawartość energji $= n\varepsilon$ może nastąpić emisja tej energji. Tak zatem przyjmuje zasadniczą różnicę między zjawiskiem absorpcji i emisji.

I to także jest bardzo dziwne, również sprzeczne z poglądami dawniejszymi, ale przypuszczenie jest poparte doświadczeniem. (emisję znaną elektronów ?. później powrócimy do tego)

Według tej drugiej teorji Plancka rezonatory zatem mogą zawierać wszelkie możliwe wartości energji, ale wysyłać tylko całkowite (bo tylko stąd wysyłają). Dochodzi tym sposobem do wzoru bardzo podobnego do energji U jednak nieco odmiennego

$$U = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k\theta}}-1} + \frac{h\nu}{2}$$

różniącego się członem $\frac{h\nu}{2}$ oznaczającym zawartość energji przy temperaturze $\theta=0$ / $-273°$ (Nullpunkts-Energie)

Rozumiemy to nawet bez rachunku opierając się na samych założeniach Plancka, bo jeżeli kwant się wchłania i zmniejsza się stopniowo energja rezonatorów wskutek promieniowania w przestrzeń zewnętrzną, energja nie może przecież opaść poniżej pewnej granicy. ~~Najpierw gdy zawartość~~ Rezonatory żadne nie będą posiadały więcej niż 1 kwant ale od 0 do 1 kwantów wszelkie możliwe wartości, tak że przeciętnie ½ $h\nu$.

Jest to również wynik bardzo dziwny i niezgodny z zapatrywaniami przyjętemi, według których bezwzględne zero temperatury odpowiada stanowi zupełnego zamarcia (zastoju) wszelkich ruchów i wyczerpania energji. Ale nie można też możliwości tej (z góry) odrzucić, zwłaszcza że zjawiska promieniotwórcze dowodzą że ciała posiadają inne ogromne zapasy energji wewnętrznej, niezależnej od ruchów drobinowych.

Tak zatem w chwili obecnej mamy do wyboru dwie teorje promieniowania Plancka, obie dochodzące do tego samego wzoru dośw., ale różniące się dość znacznie w uzasadnieniu i obie wymagają kwantów [illegible]

nieciągłości energii, albo przyrodzonej nieciągłości „wymiany" energii.

Co by miało powodować tę nieciągłość wymiany energii to że energia tylko kwantami energii występuje?

Planck w ostatnich czasach także to uważał jeszcze niemożliwe wyjaśnić, przyjmując że promieniowanie połączone z wszystkiemi elektronami, ale także co do mechanizmu ~~tutaj~~ musi wprowadzać hipotezy „ad hoc" wymyślone nie wynikające wcale z znanych dotychczas zasad fizyki. Zatem sprawa pozostaje zagadkową jak była.

Wogóle czem więcej się temi sprawami zajmujemy, tem występuje fakt że Plancka wzór promieniowania — i w ogóle jaki kolwiek wzór zgodny z doświadczalnie stwierdzonem „maximum" — nie daje się pogodzić z dotychczas przyjętemi prawami mechaniki i elektromagnetyzmu. Trzeba koniecznie wprowadzić „nieciągłość" wymiany energii jako nowy element, a ażeby ją zrozumieć trzebaby w jakiś nieznany inny sposób zmodyfikować przyrodzonej jedną zasadę mechaniki albo elektromagnetyzmu ‖ wszystko energia kinet., energia elektrostat. i t.d. ciągłe

Mimo że konkluzye te opierają się na doświadcz. pomiarach promieniowania i na rozumowaniach ścisłych niezbitych — może nie dostałaby teorya kwantów jeszcze do ogólnego uznania gdyby zjawiska dotychczas omawiane były jedynym argumentem.

Poznano jednak cały szereg faktów w innych dziedzinach podtrzymujących tę teoryę i zdołano objaśnić różne do tej pory zagadkowe zjawiska z tego nowego punktu widzenia. Z pośród wielkiego materyału tego wolno mi tylko kilka niektórych charakteryst. dalszych tutaj przytoczyć.

(Zastosowania przy zjawiskach drgających, bo tylko wtedy ν)

~~Stos~~ Zjawiska fotoelektryczne

Lenard 1902 niezależność prędkości od natężenia światła

Einstein $v = \ldots = \alpha\nu - \beta$ tem większa im większa ν

Ladenburg, Hughes, Compton

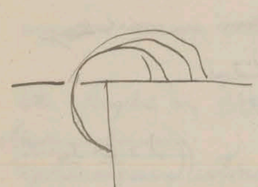
praca + energja kinet. = $\varepsilon = h\nu$

$\frac{mv^2}{2} = h\nu -$ praca

$\frac{4.9}{300} \cdot 4.7 \cdot 10^{-10} = 7.8 \cdot 10^{-12}$

$h\nu = 6.4 \cdot 10^{-27} \cdot \frac{3 \cdot 10^{10}}{10^{-5} \cdot 2.54} = 7.5 \cdot 10^{-12}$

Danysz, Rutherford & Robinson 1913 β promienie wysyłane przez RaC



$\beta = \frac{v}{c} = 0.9858 - 0.632$ (48 grup)

$E = 24\varepsilon \ldots 59\varepsilon$ $\varepsilon = 0.428 \cdot 10^{13} e$

dokładne wielokrotności ε $= 0.683 \cdot 10^{-7}$ (CGS)

jeśli się to stawi $= h\nu$ wynika $\lambda = 3 \cdot 10^{-9}$ cm ($= \frac{hc}{\lambda}$) więc może γ

Franck & Hertz 1914

253.6 $\mu\mu$ Hg

Rezonansowanie

elektrony powodujące stratę i ...

jeśli $V = 4.9$ Volt, co dokładnie daje $\varepsilon = h\nu$

Teorja kinetyczna

Ciepło właściwe, dla czego jednoatomowych stopnie swobody obrotowej nie liczą się?

~~Obrotowy niespodziewanie Eucken~~

Nernst (Bjerrum): ruch obrotowy odpowiada ruchom drgającym

Według ekwipartycji

$E = \frac{K(2\pi\nu)^2}{2} = \frac{k\theta}{2}$ ... $= h\nu$ dokładniej wtedy $= \frac{1}{2}\frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{k\theta}} - 1}$ ($\frac{1}{2}$ bo energja pot. i kinet.)

z tego obliczamy: $\nu = \sqrt{\frac{k\theta}{4\pi^2 K}}$ ~~z drugiej strony~~ $h\nu = \varepsilon$

ale tylko o ile ... E zawiera dwie kwanty ... jeśli

podstawiając: jeśli $\frac{h^2}{2K} > \frac{k\theta}{2}$ to niemożliwy obrót

to jest przedtem ...

natomiast dokładniej: $\frac{K(2\pi\nu)^2}{2} = nh\nu$

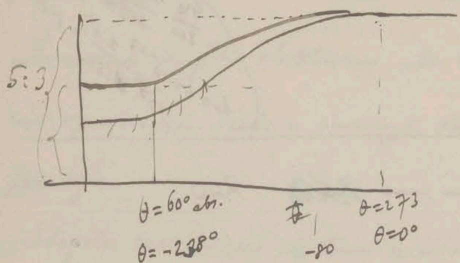
$\nu = \frac{nh}{2\pi^2 K}$

najpowolniejszy możliwy obrót: $\nu = \frac{h}{2\pi^2 K}$ to większe od drgań ...

Czem niższa temp. i czem mniejszy moment bezwł. obrot. K tem wybcej zaniesa [illegible] nd obrotowy

Wodór, moment bezwł. bardzo mały, bo mała masa a rozmiary takie same (albo mniejsze?) niż innych atom.

Eucken w niskich temperat. nieoczekiwany wynik:



$c_v = 3 + 2$ $\frac{c_p}{c_v} = k = 1 + \frac{2}{3+2} = 1{\cdot}4$

$= 3$ $k = 1 + \frac{2}{3} = 1{\cdot}66$

u innych gazów N_2, CO już ledwie ślady potykamy przy niskich temp.

Z drugiej strony przy wyższych temp. powinno być $c_v = 3+3$ $k = 1{\cdot}3$

Istotnie (Pier). $H_2 = 5$ $t = 180°C$. ‖ $N_2 = 4{\cdot}8$ $t = 180$ (($\lambda = 2-3\mu$

$= 5{\cdot}7$ $t = 2250°C$ ‖ $N = 5{\cdot}93$ $t = 2500°$

Podobnie CO_2

180 $C_v = 7{\cdot}1$ ($\lambda = 14{\cdot}7\mu$, $4{\cdot}3\mu$, $2{\cdot}8\mu$)

1000° $9{\cdot}3$

2210 $10{\cdot}5$

Ale jeszcze więcej znamienny dowód:

widmo absorpcyjne pary wodnej (E. v. Bahr) HCl

N. Bjerrum

dwie serye

$\lambda (\mu)$	k_1	k_2
10·9	10·8	
11·6	11·6	
12·4	12·4	
13·4	13·3	
14·3	14·4	
15·7	15·8	
17·5	17·3	
		25 − 400

(Rubens i Aschkinass)

HCl

absorpcja $\lambda = 3{\cdot}5\mu$

7 prążków absorpcyjnych

$\nu = n \frac{h}{2\pi^2 K}$

~~Jako temat dzisiejszego wykładu tego kursu obrałem teorię kwantów bo~~ Zdawało mi się mag ~~odpowiedniej~~ ~~pracy~~

Zamiast chciałbym przedewszystkiem iż odpowiedniej ~~obrałem~~ tem. dyla najaktualniejszy i może najważniejszy temat dzisiejszej nauki ale

teoryę kwantów energii jako (zamiarem dania całkiem jasnego, logicznego obrazu tej teoryi)

Obierając (temat dzisiejszego (następnego) wykładu, z góry zrezygnować musiałem z ~~pomocą~~ nadziei

któryby był w wszystkich szczegółach jasno zrozumiały)

~~żeby~~ Szanowny Panowie ~~mogli~~ ~~całkowicie zrozumieć mogli~~, a to nie tylko dla tego, że

teorya ta (nadzwyczajnie trudno dostępnych)

~~temat~~ (~~jest nadzwyczajnie trudny~~), obraca się w regionach wyższej fizyki teoretycznej, ale też

z prostego powodu: że ja sam jej nie rozumiem i nikt też inny dotąd jej nie rozumie!

Brzmi to ~~nie trochę usprawiedliwiająco~~ zapewne nie bardzo zachęcająco, ale spodziewam się że

przecież pewną korzyść przynieść może rozważanie tego przedmiotu. ~~Bo chodzi mi właśnie o to~~

Kto z fizyką się zapoznał z podręczników lub wykładów, zwykle odbiera wrażenie, jakoby ona była ~~systemem~~ (niezmiennym dogmatem lub

całkowicie wykończoną) (systematyczną całością, poznaną ~~jakimś objawieniem i jakoby takie postępy polegały na~~

dzięki intuicyjnym objawieniom kilku genialnych ludzi. Złudzenie to pochodzi z tąd, że

w takich podręcznikach wykłada się właśnie te części, które są najlepiej poznane i

starannie zakrywa się wszelkie niejasności i części problematyczne. ~~Zarówno~~ i części wykończone i skostniałe i obumarłe i świeżo rozwijające się

W rzeczywistości zaś nowa nauka rozwija (i przemienia) się stopniowo, ciągle, drogą ~~dzięki~~ ewolucyi, jakoby żywy organizm żyjący.

Otóż chodzi mi dzisiaj ~~[illegible]~~ mi o to, żeby dać pogląd na ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ to jak ona powstaje, rozpatrując nieco problemy ~~[illegible]~~ łączące się z nauką teoryi kwantów.

~~dotychczasowej fizyki — albo może raczej [illegible] przeobrażenia jej systemu, która się dokonywuje~~ części rozwiązane, części jeszcze zagadkowe,

~~dzisiaj w naszych oczach i która niewątpliwie oznacza~~ dotatem

Teorya kwantów nie jest zatem bynajmniej ~~teoryą~~ logicznie wykończoną — jak np.

teorya promieniowania cieplnego, Maxwella teorya elektryczności etc. — tylko jest to teorya

przedwczesna, zawierająca niewątpliwie w sobie ziarno głębokiej prawdy, ~~niedotłaczająca~~ objaśniająca

dokładnie cały szereg (zagadkowych dawniej) problemów z różnych dziedzin fizyki, ale nie złączona jeszcze organicznie (logicznie) w

całość systemu fizyki (nauki). ~~[illegible]~~ Zajmując się nią mamy poniekąd wrażenie

z szeregu zabawki: z kawałków naklejonych na pergaminowych deseczkach

dziecka zajmującego się składaniem obrazu ~~naklejonego kawałkami na~~

Dziecku początkowo może dorozumie naklejenie ułożyć z tych części

Udaje się w jednem miejscu złożyć dom, w drugiem głowę konia, figurę ludzką, ale całości

Takimi my w teoryi kwantów zdołaliśmy uchwycić pewne rysy szczegółowe, pojedyncze pewne

~~jeszcze złożyć nie potrafiliśmy.~~ ~~Tak~~ próbujemy, wymieniamy deseczki, nieporadnie

szukamy związków między temi częściami, bo czujemy że jesteśmy na tropie wielkiego

po wyjaśnieniu błędu

odkrycia, jakkolwiek chwilowo jeszcze pojęcia nie mamy jaka całość. ~~będzie wyglądać~~

1 zaczęcie: Kongres Solvay 1911 nie wiedział

Wysłowienie pomysłu zasadniczego teoryi kwantów zwykle przypisuje się Planckowi – 1900

z ~~trzeciej~~ i niewątpliwie jego jest największa zasługa. Ale nie był to pomysł intuicyjny, genialny, tylko rzecz przygotowała się, kiełkowało od dawna.

Wiąże się to z zasadniczem pojęciem teoryi kinetycznej zwłaszcza z t. zw. zasadą „ekwipartycyi".

Wyrównywanie temperatury w ciałach w styczności będących.

Wiadomo że równowaga termiczna wymaga $\frac{m_1 c_1^2}{2} = \frac{m_2 c_2^2}{2}$ równą temperaturę

$$m\frac{\xi^2}{2} = m\frac{\eta^2}{2} = m\frac{\zeta^2}{2} = \frac{k\theta}{2} \qquad = \frac{3}{2}k\theta \qquad \left(k = \frac{R}{N} = \frac{R\omega}{N} = 1{,}34 \cdot 10^{-16}\ \mathrm{erg}\right)$$

Tak samo ogólnie tyle ile stopni swobody (Boltzmann, Maxwell 1876)

$$E_{1gr} = \frac{N}{\omega}\nu\frac{k\theta}{2} = \frac{R\nu\theta}{2}$$

Stopień swobody: punkt 3 (punkt na linii 1, na powierzchni 2)

(liczba współrz. potrz.) ciało sztywne 6 (ciało na osi umocowane 1)

2 ciała 12

$$v = \sqrt{k\frac{p}{\rho}} \qquad k = \frac{c_v + R}{c_v} = 1 + \frac{R}{c_v}$$

$$E = n\frac{k}{2}\theta = N\mu\frac{k}{2}\theta = R\frac{\mu}{2}\theta \qquad k = \frac{c_p}{c_v} = \frac{c_v\theta + R\theta}{c_v\theta}$$

$$c_v = \frac{\partial E}{\partial\theta} = N\mu\frac{k}{2} = \frac{R\mu}{2}$$

$$= \frac{\frac{nmc^2}{3}(3+\beta) + \frac{nmc^2}{3}}{\frac{nmc^2}{3}(3+\beta)} = 1 + \frac{2}{3+\beta}$$

$$c_p = c_v +$$

$$= \frac{R\frac{\mu}{2} + R}{R\frac{\mu}{2}} = 1 + \frac{2}{\mu} =$$

jeżeli drobina ciało sztywne $k = 1\frac{1}{3}$

więcej stopni NH_4 ... jeszcze mniejsze

ale 1·4: N_2, O_2, H_2, CO, NO

Boltzmann ⬭ ∞ że nie liczą się stopnie swobody w kierunku osi symetrii

$k = 1\frac{2}{5}$

jednoatomowe: ○ $k = 1\frac{2}{3} = 1.66$

Warburg ~~Hg~~ Hg ‖ A He Ne Kr Xe

Wątpliwości zdania co do ∞ ~~wymagałoby~~ nie wystarcza sztywności całkowicie przyjętej wymagałoby sztywności nieskończonej, jak to możliwe?

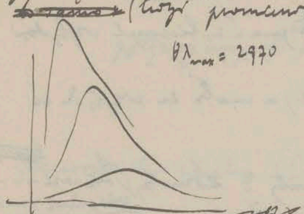
wszystkie ruchy w atomach, widmo Hg pary, nadzwyczajnie zawiłe

względnie czy eter bez wpływu?

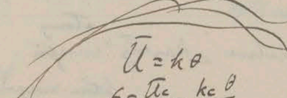
Jeśli sobie eter wyobrazimy jako gaz nadzwycz. lekki, doskonały, .. musiałby pochłonąć całą energię

zamienić w energię promieniowania (Kelvin)

wyjaśnij doświadczalnego ~~ciała~~ twórz promieniowanie



$\theta\lambda_{max} = 2970$



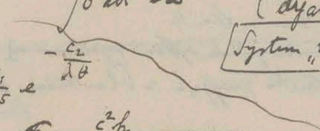
$\bar{U} = k\theta$

$\sigma = \frac{\bar{U}c}{\lambda^4} = \frac{kc\theta}{\lambda^4}$

tym czasem Rayleigh ~~$\sigma = \frac{c\theta}{\lambda^4}$~~ bez maximum

$\int \sigma \, d\lambda = \infty$

(dynamika elektronów) System „rezonatorów"



~~$U = \frac{c^3}{8\pi\nu^2}$~~

Planck 189. $\sigma = \frac{c_1}{\lambda^5} e^{-\frac{c_2}{\lambda\theta}}$

Wien $\sigma_\theta = \sigma_0 \left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)^5 = \nu^5 f\left(\frac{\theta}{\nu}\right)$

$= \frac{1}{\lambda^5} f(\lambda\theta)$

Planck 1900 $\sigma = \frac{c^2 h}{\lambda^5 \left(e^{\frac{ch}{k\lambda\theta}} - 1\right)}$

Planck doszedł do tego drogą próbowania, modyfikowania pierwotnej teorji, a później dopiero szukał sposobu drogi logicznego wyprowadzenia, wytłumaczenia

Podstawa: Boltzmanna związek entropji i prawdopodobieństwa $S = k \log W$

przy czem prawdopod. pewnej zawartości energii oblicza w zasadzie podobnie jednak niewiniej niż Boltzmann

Energia podzielna w kwanty $\varepsilon (= h\nu) = \frac{hc}{\lambda}$

Uproszczony wywód: (Boltzmann Gibbs) $W \sim e^{-\frac{E}{k\theta}}$ $\frac{1}{k\theta} = \frac{N}{H\theta}$

zbiorowisko rezonatorów

$0 \quad 1.\varepsilon \quad 2.\varepsilon \quad 3\varepsilon$

prawdop. $1 : e^{-k\varepsilon} : e^{-2k\varepsilon} : e^{-3k\varepsilon}$

liczba takich rez.

przeciętna energia: $$\overline{E} = \frac{\varepsilon e^{-k\varepsilon} + 2\varepsilon . e^{-2k\varepsilon} + 3\varepsilon e^{-3k\varepsilon} + \dots}{1 + e^{-k\varepsilon} + e^{-2k\varepsilon} + e^{-3k\varepsilon} + \dots} = \frac{\frac{\varepsilon e^{-k\varepsilon}}{(1-e^{-k\varepsilon})^2}}{\frac{1}{1-e^{-k\varepsilon}}} = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{k\theta}} - 1}$$

Więc rozkład ~~...~~ (tylko gdyby $\lim \varepsilon = 0$, wtedy $\overline{E} = \frac{1}{h} = \frac{H\theta}{N} = k\theta$)

kwanty tem większe $\varepsilon > k\theta$, tem mniejsze $\overline{U}$ w porówn. z $k\theta$

$$\varphi_\lambda = \frac{\overline{U}\nu^4}{c^3} = \overline{U}\frac{c}{\lambda^4} = \frac{c^2 h}{\lambda^5}\frac{1}{\left[e^{\frac{ch}{\lambda k\theta}} - 1\right]}$$

$h = 6 \cdot 10^{-27}$ (erg sek)
$k = 1{\cdot}34 \cdot 10^{-16}$ (erg/stopień)
$N = 6 \cdot 10^{23}$

Podkreślamy jeszcze zdziwienie: „atomistyczne nie atomy energji" tylko „działanie" $h\nu = \varepsilon$ ||| $h = \frac{\varepsilon}{\nu} = \varepsilon T$ „kwantum działania"

Planck sam początkowo nawet, zdaje się, nie zdawał sobie sprawy, że jego rachunek wymaga „kwantów"

Podkreślił to Einstein 1905 i Stark w jaskrawy sposób, wygłaszając hipotezę jakoby owe kwanty tworzyły oddzielne „kawałki" atomy energji. Promień światła polegałby zatem na emisyi takich kwantów

Dziwaczne to przypuszczenie które niezgodne zupełnie z pojęciami o falach świetlnych wnet zostało porzucone, bo nie dało się otrzymać z licznych wywodów rozmiary przestrzenne kwantów duże (ze względu na zdolność interferencyjną światła) a małe ze względu na rozmiary źrenicy oka itp.

~~Jak sobie jednak wytłom. zjawiska ...~~? Czy wogóle niezbędne kwanty? Lorentz, Poincaré ...

Raczej trzeba przyjąć z Planckiem, że falowanie elektromagn. w eterze zupełnie prawidłowe niezgodności z mechaniką a w mechanizmie wymiany energji z materyą leży powód.

Początkowo twierdził wymaga, żeby absorbcya i emisya odbywała się kwantami, tylko w takim razie zawartość rezonat. wielokrotn. kwantów.

Ale jak sobie wytłomaczyć absorpcyę kwantami? ~~Rezonator atomy. 0 ...~~ $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^{10}}{10^{-5}} = 2 \cdot 10^{-13}$

Nie zawiera żadnej energji, musi czekać aż się nagromadzi pierwsze kwantum (może długo, zależnie od natężenia promieniow.), potem nagle pochłania ów kwant . . .

To zupełnie dziwaczne i niezgodne z pojęciami o falach elektromagn.

Tak powstaje nowa część teorii kinetycznej ciał stałych i kryształów

Debye, Born i Karman, Thirring i.i.

Grüneisen

Debye ciepło właściwe: $\bar{U} = 9R\theta \left(\frac{\theta}{\beta\nu}\right)^3 \int_0^{\frac{\beta\nu}{\theta}} \frac{x^3 dx}{e^x - 1}$

charakterystyczna temp. $\Theta = \beta\nu$

daje dla niskich temp. $c_v \sim \theta^3$

w niskich temp.: $c_v = 3R \cdot 77.938 \cdot \left(\frac{T}{\Theta}\right)^3$



Równanie stanu ciał krystalicznych (lub mikrokryst.)

chodzi o liczbę drgań ν

różnie drogi Debye kontinuum

B. i K. siatka przestrzenna punktów Raumgitter

oblicza się okresy drgań ~~sieci~~ N punktów 3 N stopni swobody

3 N drgań głównych

i na te drgania rozkłada się energię według zasad Plancka

rezultaty: współczynnik rozszerzalności $\frac{1}{v}\frac{\partial v}{\partial \theta} \sim \theta^3$

związek własności term. i dyn. z prędkością głosu i własn. [illegible] z własnościami optycznemi

Badania ~~[illegible]~~ własności ciał stałych w niskich temperat.

potężny impuls pod wpływem tych teoryj

wartość heurystyczna

przewodnictwo ciepła (Eucken) wzrasta u kryształów w miarę oziębiania, pozostaje prawie niezmienne u ciał bezpostaciowych

elektryczne (Kamerlingh Onnes), „suprakonduktor"

Pb aż do 4° abs. normalny opór 734 Ω

$< 2 \cdot 10^{-10}$ normalnej wartości

na godzinę zniżenie oporu 1%

Zasada Nernsta

Kwanty związane z własnościami elektronów?

Byk że wszystkich elektronów gaz. nie uchwyt.

Bohr ~~Atom~~ model atomów